



**PEMANFAATAN ARANG AKTIF AMPAS KOPI SEBAGAI ADSORBEN  
LOGAM KROMIUM (Cr) PADA LIMBAH CAIR BATIK  
(Studi Kasus Industri Batik UD. Pakem Sari Desa Sumberpakem Kecamatan  
Sumberjambe Kabupaten Jember)**

**SKRIPSI**

Oleh

**Puput Baryatik  
NIM 122110101020**

**BAGIAN KESEHATAN LINGKUNGAN DAN KESEHATAN KESELAMATAN KERJA  
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT  
UNIVERSITAS JEMBER  
2016**



**PEMANFAATAN ARANG AKTIF AMPAS KOPI SEBAGAI ADSORBEN  
LOGAM KROMIUM (Cr) PADA LIMBAH CAIR BATIK  
(Studi Kasus Industri Batik UD. Pakem Sari Desa Sumberpakem Kecamatan  
Sumberjambe Kabupaten Jember)**

**SKRIPSI**

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat  
untuk menyelesaikan Program Pendidikan S-1 Kesehatan Masyarakat  
dan mencapai gelar Sarjana Kesehatan Masyarakat

Oleh

**Puput Baryatik  
NIM 122110101020**

**BAGIAN KESEHATAN LINGKUNGAN DAN KESEHATAN KESELAMATAN KERJA  
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT  
UNIVERSITAS JEMBER  
2016**

## PERSEMBAHAN

Alhamdulillah segala puji dan syukur atas karunia dan nikmat yang telah diberikan Allah SWT. Terimakasih atas jalan yang telah Engkau tunjukkan untukku hingga skripsi ini terselesaikan. Bismillahirrohmanirrohim, skripsi ini saya persembahkan kepada:

1. Orang tua saya, Ibu Siti Sri Wahdatik dan almarhum ayah saya Bapak Tuwuh Ambariyanto. Terimakasih telah mencurahkan kasih sayang, dukungan baik secara moril maupun materi, serta tak pernah lelah untuk selalu berada di sisi saya untuk menasehati, menyemangati dan memberikan doa. Semoga Allah SWT selalu memberikan kesehatan, limpahan rezeki, dan perlindungan;
2. Kakak saya, Diah Yulianingsih S.Pd, yang selalu menjadi motivasi saya untuk tidak pernah menyerah dalam menghadapi rintangan yang saya hadapi;
3. Guru-guruku yang terhormat sejak TK hingga Perguruan Tinggi, yang telah bersedia berbagi ilmu, waktu dan membimbing dengan penuh kesabaran serta semangat yang tinggi; dan
4. Almamater Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember

**MOTTO**

“Dan bila dikatakan kepada mereka: “Janganlah kau membuat kerusakan di muka bumi” mereka menjawab: “Sesungguhnya kami orang-orang yang mengadakan perbaikan” ingatlah sesungguhnya mereka itulah orang-orang yang membuat kerusakan, tetapi tidak sadar”

*(Terjemahan Surat Al-Baqarah: 11-12)<sup>\*)</sup>*



---

\*) Departemen Agama Republik Indonesia. 1998. *Al Qur'an dan Terjemahan*. Semarang: PT Kumudasmoro Grafindo

**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Puput Baryatik

NIM : 122110101020

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul : “*Pemanfaatan Arang Aktif Ampas Kopi sebagai Adsorben Logam Kromium (Cr) pada Limbah Cair Batik (Studi Kasus Industri Batik UD. Pakem Sari Desa Sumberpakem Kecamatan Sumberjambe Kabupaten Jember)*” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan skripsi ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, Oktober 2016

Yang menyatakan

(Puput Baryatik)

NIM 122110101020

**SKRIPSI**

**PEMANFAATAN ARANG AKTIF AMPAS KOPI SEBAGAI ADSORBEN  
LOGAM KROMIUM (Cr) PADA LIMBAH CAIR BATIK  
(Studi Kasus Industri Batik UD. Pakem Sari Desa Sumberpakem Kecamatan  
Sumberjambe Kabupaten Jember)**

Oleh

Puput Baryatik  
NIM 122110101020

Pembimbing

Pembimbing Utama : Rahayu Sri Pujiati, S.KM.,M.Kes

Pembimbing Anggota : Ellyke, S.KM.,M.KL

**PENGESAHAN**

Skripsi berjudul Pemanfaatan Arang Aktif Ampas Kopi sebagai Adsorben Logam Kromium (Cr) pada Limbah Cair Batik (Studi Kasus Industri Batik UD. Pakem Sari Desa Sumberpakem Kecamatan Sumberjambe Kabupaten Jember) telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember pada:

Hari : Jum'at

Tanggal : 07 Oktober 2016

Tempat : Ruang 1 Ujian Skripsi Fakultas Kesehatan Masyarakat

Tim Penguji

Ketua

Sekretaris

Anita Dewi Moelyaningrum, S.KM.,M.Kes  
NIP. 198111202005012001

Eri Witcahyo, S.KM.,M.Kes  
NIP. 198207232010121003

Anggota

Neni Suharno Putri, S.T  
NIP. 198309122006042018

Mengesahkan  
Dekan,

Irma Prasetyowati, S.KM.,M.Kes  
NIP. 19800516 200312 2 002

## RINGKASAN

**Pemanfaatan Arang Aktif Ampas Kopi sebagai Adsorben Logam Kromium (Cr) pada Limbah Cair Batik (Studi Kasus Industri Batik UD. Pakem Sari Desa Sumberpakem Kecamatan Sumberjambe Kabupaten Jember);** Puput Baryatik; 122110101020; 88 halaman; Bagian Kesehatan Lingkungan dan Kesehatan Keselamatan Kerja Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember.

Industri batik termasuk dalam industri tekstil yang banyak menggunakan air dalam proses produksinya, sehingga menghasilkan limbah cair sebanyak 80% dari jumlah air yang digunakan dalam pembatikan. Pada proses pewarnaan/pencelupan akan menghasilkan limbah cair yang berwarna keruh dan pekat. Limbah cair batik mengandung logam berat yang berbahaya diantaranya Zn, Cd, Cu, Cr dan Pb. Senyawa krom di industri tekstil terutama digunakan dalam proses pencelupan yang menggunakan zat warna direk dan zat warna mordan. Kadar kromium total pada limbah cair batik UD. Pakem Sari sebesar 8,1 mg/l. Hal ini telah melebihi Baku Mutu Air Limbah menurut Peraturan Gubernur Jawa Timur tahun 2013 yaitu 1 mg/l. Logam kromium (Cr) adalah bahan kimia yang bersifat persisten, bioakumulatif, dan toksik yang tinggi serta tidak mampu terurai di dalam lingkungan dan akhirnya diakumulasi di dalam tubuh manusia melalui rantai makanan. Sifat racun yang dibawa oleh logam kromium (Cr) dapat mengakibatkan terjadinya keracunan akut dan kronis.

Salah satu alternatif pengolahan limbah cair batik adalah dengan metode adsorpsi menggunakan arang aktif ampas kopi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perbedaan kadar kromium total (Cr) pada limbah cair batik yang tidak diberi arang aktif ampas kopi sebagai kelompok kontrol (K) dengan limbah cair batik yang diberi arang aktif ampas kopi sebanyak 0,5 gr/500 ml, 1 gr/500 ml, dan 2 gr/500 ml dan diaduk dengan kecepatan 400 rpm selama 20 menit sebagai kelompok perlakuan (P).



Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimen dengan desain penelitian *True Experimental* dengan bentuk *Posttest Only Control Group Design*. Pada penelitian ini terdapat 24 sampel yang terbagi dalam 4 kelompok yaitu kelompok kontrol (K) yaitu limbah cair batik tanpa diberi arang aktif ampas kopi, kelompok perlakuan pertama ( $P_1$ ) yaitu limbah cair batik diberi arang aktif ampas kopi sebanyak 0,5 gr/500 ml, kelompok perlakuan kedua ( $P_2$ ) yaitu limbah cair batik diberi arang aktif ampas kopi sebanyak 1 gr/500 ml, dan kelompok perlakuan ketiga ( $P_3$ ) yaitu limbah cair batik diberi arang aktif ampas kopi sebanyak 2 gr/500 ml. Tiap kelompok terdapat 6 replikasi dan dilakukan pengadukan arang aktif ampas kopi ke dalam limbah cair batik dengan kecepatan 400 rpm selama 20 menit.

Selanjutnya dilakukan analisa kadar kromium total (Cr) menggunakan Spektro Pharo 100. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rerata kadar kromium total (Cr) pada kelompok kontrol (K) sebesar 10,33 mg/l, kelompok perlakuan pertama ( $P_1$ ) sebesar 10,2 mg/l, kelompok perlakuan kedua ( $P_2$ ) sebesar 10,13 mg/l dan kelompok perlakuan ketiga ( $P_3$ ) sebesar 9,92 mg/l. Namun hasil tersebut masih melebihi Baku Mutu Lingkungan (BML) yang telah ditetapkan menurut Peraturan Gubernur Jawa Timur No. 72 tahun 2013 yaitu sebesar 1,0 mg/l. Selanjutnya dilakukan uji normalitas kemudian dilakukan uji *one way anova* untuk mengetahui adanya perbedaan pada setiap kelompok. Hasil menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan sebesar 0,039 dengan interval kepercayaan 95%. Pada kelompok kontrol (K) dengan kelompok perlakuan pertama ( $P_1$ ) dan kelompok perlakuan kedua ( $P_2$ ) tidak terdapat perbedaan secara signifikan yakni dengan nilai probabilitas lebih besar dari 0,05, sedangkan antara kelompok kontrol (K) dengan kelompok perlakuan ketiga ( $P_3$ ) terdapat perbedaan secara signifikan dengan nilai probabilitas kurang dari 0,05. Sehingga penggunaan arang aktif ampas kopi dapat menurunkan logam kromium total (Cr) pada limbah cair batik.

## SUMMARY

**The Usage of Coffee Waste Activated Charcoal as Adsorbent of Chromium (Cr) on the Batik's Liquid Waste (Case Study in Batik Industry INC. Pakem Sari Sumberpakem village, Sumberjambe, Jember District);** Puput Baryatik; 122110101020; 88 pages; Department of Environmental Health an Occupational Health and Safety, Public Health Faculty, Jember University.

Batik industry included in the textile industry that uses a lot of water in its production process, so it produces 80% liquid waste of used water in each process. Which is in the process of coloring/dyeing will produce waste water that is cludy and dark. Batik liquid waste containing dangerous heavy metals are Zn, Cd, Cu, Cr and Pb. Chromium in the textile industry mainly used in the dyeing process which uses direk and mordan. Total chromium levels in wastewater batik INC. Pakem Sari of 8.1 mg/l. It has exceeded Wastewater Quality Standard by East Java Governor Regulation of 2013 which is 1 mg/l. Chromium (Cr) are chemical that persistent, bioaccumulative, and high toxicity and unable to decompose in the environment and eventually accumulated in the human body by way of food chain. The toxicity of chromium (Cr) can effect an acute and chronic poisoning.

One of alternative treatments batik's liquid waste is adsorption method using coffee waste activated charcoal. The purpose of the study is to analyze the difference of chromium's level (Cr) in the liquid waste of batik between the liquid waste which is not given coffee waste activated charcoal as control group (K) and liquid waste of batik by coffee waste activated charcoal 0,5 gr/500 ml, 1 gr/500 ml, and 2 gr/500 ml that stirred at 400 rpm for 20 minutes as the treatment group (P).

This research was an experimental research, using Posstest Only Control Group Design of True Experimental design. In this study, there were 24 samples were divided into 4 groups, those are control group (K) which is liquid wastes of batik without given coffee waste activated charcoal, the first treatment group (P<sub>1</sub>)

is the liquid waste of batik given coffee waste activated charcoal 0,5 gr/500 ml, the second treatment group ( $P_2$ ) is the liquid waste of batik given coffee waste activated charcoal 1 gr/500 ml, and the third treatment group ( $P_3$ ) is the liquid waste of batik given coffee waste activated charcoal 2 gr/500 ml. Each group contained 6 replications and stirring 400 rpm for 20 minutes coffee waste activated charcoal into the liquid waste of batik.

Then analysis of chromium (Cr) levels using Spektrophotometer Pharo 100. The results showed that the average content of chromium (Cr) in control group (K) is 10,33 mg/l, the first treatment group ( $P_1$ ) is 10,2 mg/l, second treatment group ( $P_2$ ) is 10,13 mg/l, and third treatment group ( $P_3$ ) is 9,92 mg/l. But its result still exceeding the Environmental Quality Standards as determined by East Java Governor Regulation No. 72 in 2013 that is equal to 1,0 mg/l. The next test are doing the normality test and one way anova to determine the differences in each group. The results showed that there were 0,039 of significant differences with 95% confidence interval. The control group (K) is not significant difference with the first treatment ( $P_1$ ) and second treatment ( $P_2$ ) with probability value is greater than 0,05, but the control group (K) is significant difference with third treatment group ( $P_3$ ) with probability value of less than 0,05. So the usage of activated charcoal coffee waste can lower total chromium (Cr) in the liquid waste of batik.

## PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat, hidayat dan karunia-Nya, sehingga terselesaikannya penyusunan skripsi dengan judul *Pemanfaatan Arang Aktif Ampas Kopi sebagai Adsorben Logam Kromium (Cr) pada Limbah Cair Batik (Studi Kasus Industri Batik UD. Pakem Sari Desa Sumberpakem Kecamatan Sumberjambe Kabupaten Jember)* sebagai salah satu persyaratan akademis dalam rangka menyelesaikan Program Pendidikan S-1 Kesehatan Masyarakat di Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember dan untuk mengetahui kadar kromium (Cr) dalam limbah cair batik setelah dilakukan pengelolaan dalam menggunakan arang aktif ampas kopi agar dapat meminimalkan pencemaran lingkungan.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini tidak akan selesai dengan baik tanpa bantuan dan sumbangan pemikiran dari berbagai pihak, untuk itu penulis menyampaikan rasa terimakasih yang sebesar-besarnya kepada Ibu Rahayu Sri Pujiati S.KM., M.Kes dan Ibu Ellyke S.KM., M.KL selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktunya dengan penuh kesabaran memberikan bimbingan hingga proposal skripsi ini dapat terselesaikan dan terimakasih sebesar-besarnya kepada;

1. Ibu Irma Prasetyowati, S.KM.,M.Kes., selaku Dekan Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember;
2. Bapak Dr. Isa Ma'rufi, S.KM.,M.Kes., selaku Ketua Bagian Kesehatan Lingkungan dan Kesehatan Keselamatan Kerja Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember;
3. Ibu Anita Dewi Moelyaningrum, S.KM.,M.Kes., selaku ketua penguji. Terimakasih atas semua saran dan perhatian yang diberikan kepada penulis;
4. Bapak Eri Witcahyo, S.KM.,M.Kes., selaku sekretaris penguji. Terimakasih atas semua saran yang diberikan kepada penulis;
5. Ibu Neni Suharno Putri, S.T., selaku penguji anggota dari Kasi Pengendalian Pencemaran dan Teknik Lingkungan Kantor Lingkungan Hidup Kabupaten Jember;

6. Ibu H. Maskuri selaku pemilik industri batik UD. Pakem Sari yang memberikan ijin sebagai tempat penelitian;
7. Laboratorium Kesehatan Daerah Kabupaten Jember yang telah membantu dan bekerjasama demi terselesainya penelitian ini;
8. Tim PKM ampas kopi Wita, Uswatun, Elba, Adit serta pembimbing Ibu Anita Dewi Moelyaningrum, S.KM.,M.Kes yang telah memberi pengalaman dalam proses pembuatan arang aktif ampas kopi;
9. Sahabat saya Wita Nurcahyaningsih Agustin Iswanto, Dewi Febrina Paramita, Riski Wahyu Romadhoni, Wahyu Murvy Dwi Oktavyandika, Charisma Chandra adalah sahabat yang tak akan bisa tergantikan siapapun;
10. Teman-teman seperjuangan di peminatan Kesehatan Lingkungan 2012 Angga, Fihris, Iil, Andi, Ali, Nita, Rizal, Betari, Uswah, Rera, Gita, Dika, Wita, Ema, Indah, Aprillia Ananta, Risyah, Elba, Wildan, Adit, Osi, Aprillia Wulan, Anggi, dan Indri terimakasih untuk waktu dan canda tawa yang selalu kalian sempatkan disela kesibukan masing-masing dan terimakasih atas motivasi yang tak kunjung henti kita bangun bersama;
11. Teman-teman PBL 14 Artma, Habibi, Bhakti, Nurika, Tanti, Sari, Putri, Fatim, Arum, Umi, ETTY, Ulan, dan Titi. Terimakasih telah berbagi kebahagiaan dan motivasi dalam setiap kesempatan.
12. Teman-teman seperjuangan di Fakultas Kesehatan Masyarakat angkatan 2012, terimakasih atas kebersamaan, semangat dan dukungan yang telah diberikan selama perkuliahan;
13. Serta semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa proposal skripsi ini masih belum sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan penyusunan proposal skripsi ini. Atas perhatian dan dukungannya, penulis menyampaikan terima kasih.

Jember, Oktober 2016

Penulis

**DAFTAR ISI**

	Halaman
HALAMAN COVER.....	ii
PERSEMBAHAN .....	iii
MOTTO .....	iv
PERNYATAAN.....	v
SKRIPSI.....	vi
PENGESAHAN .....	vii
RINGKASAN .....	viii
SUMMARY .....	x
PRAKATA.....	xii
DAFTAR ISI.....	xiv
DAFTAR TABEL.....	xviii
DAFTAR GAMBAR .....	xix
DAFTAR LAMPIRAN.....	xxi
DAFTAR ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN .....	xxii
BAB 1. PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	5
1.3 Tujuan .....	5
1.3.1 Tujuan Umum.....	5
1.3.2 Tujuan Khusus.....	6
1.4 Manfaat .....	6
1.4.1 Manfaat Teoritis .....	6
1.4.2 Manfaat Praktis.....	6
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA .....	8
2.1 Limbah .....	8
2.1.1 Pengertian Limbah.....	8
2.1.2 Limbah Cair.....	8
2.1.3 Karakteristik Limbah Cair Industri.....	10

2.2	Batik .....	11
2.2.1	Pengertian Batik .....	11
2.2.2	Bahan yang Digunakan dalam Membatik .....	12
2.2.3	Tahap-Tahap Membatik .....	13
2.2.4	Karakteristik Limbah Cair Batik .....	15
2.3	Kromium (Cr) .....	16
2.3.1	Pengertian Kromium (Cr).....	16
2.3.2	Sifat Kromium (Cr) .....	17
2.3.3	Penggunaan Kromium (Cr) .....	17
2.3.4	Kromium (Cr) di Lingkungan.....	19
2.3.5	Manfaat Kromium (Cr) sebagai Mikroelemen Tubuh.....	20
2.3.6	Efek Toksik Kromium (Cr) .....	20
2.4	Ampas Kopi .....	22
2.5	Arang Aktif .....	22
2.5.1	Definisi Arang dan Arang Aktif .....	22
2.5.2	Proses Pembuatan Arang Aktif.....	23
2.6	Adsorpsi .....	24
2.6.1	Definisi Adsorpsi.....	24
2.6.2	Macam-Macam Adsorben yang Umum Digunakan.....	25
2.6.3	Proses Adsorpsi .....	27
2.7	Kerangka Teori.....	29
2.8	Kerangka Konseptual.....	30
2.9	Hipotesis Penelitian.....	31
<b>BAB 3.</b>	<b>METODE PENELITIAN.....</b>	<b>33</b>
3.1	Jenis Penelitian.....	33
3.2	Tempat dan Waktu Penelitian .....	35
3.2.1	Tempat Penelitian .....	35
3.2.2	Waktu Penelitian.....	35
3.3	Objek Penelitian .....	36
3.3.1	Populasi Penelitian .....	36
3.3.2	Sampel Penelitian .....	36

3.3.3 Teknik Pengambilan Sampel .....	36
3.4 Variabel dan Definisi Operasional .....	37
3.4.1 Variabel Penelitian .....	37
3.4.2 Variabel Penelitian dan Definisi Operasional .....	38
3.5 Prosedur Kerja.....	38
3.5.1 Alat dan Bahan Penelitian .....	38
3.5.2 Cara Kerja Penelitian.....	39
3.5.3 Prosedur Kerja Penelitian .....	44
3.6 Data dan Sumber Data .....	45
3.6.1 Data Primer.....	45
3.6.2 Data Sekunder.....	45
3.7 Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data.....	45
3.8 Teknik Penyajian dan Analisis Data .....	45
3.9 Kerangka Alur Penelitian.....	47
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>48</b>
4.1 Hasil .....	48
4.1.1 Kualitas Arang Aktif Ampas Kopi .....	48
4.1.2 Kadar Kromium Total (Cr) pada Limbah Cair Batik Tanpa Arang Aktif Ampas Kopi (Kelompok Kontrol) .....	49
4.1.3 Kadar Kromium Total (Cr) pada Limbah Cair Batik yang diberi Arang Aktif Ampas Kopi (Kelompok P <sub>1</sub> , P <sub>2</sub> dan P <sub>3</sub> )..	51
4.1.4 Hasil Uji Statistik Penambahan Kadar Arang Aktif Ampas Kopi terhadap Penurunan Kadar Kromium Total (Cr) pada Limbah Cair Batik .....	57
4.2 Pembahasan.....	60
4.2.1 Kualitas Arang Aktif Ampas Kopi .....	60
4.2.2 Kadar Kromium Total (Cr) pada Limbah Cair Batik Tanpa Arang Aktif Ampas Kopi (Kelompok Kontrol) .....	64
4.2.3 Kadar Kromium Total (Cr) pada Limbah Cair Batik yang diberi Arang Aktif Ampas Kopi (Kelompok P <sub>1</sub> , P <sub>2</sub> dan P <sub>3</sub> )..	64
<b>BAB 5. PENUTUP .....</b>	<b>70</b>



5.1 Kesimpulan .....	70
5.2 Saran.....	70
DAFTAR PUSTAKA .....	72
LAMPIRAN	



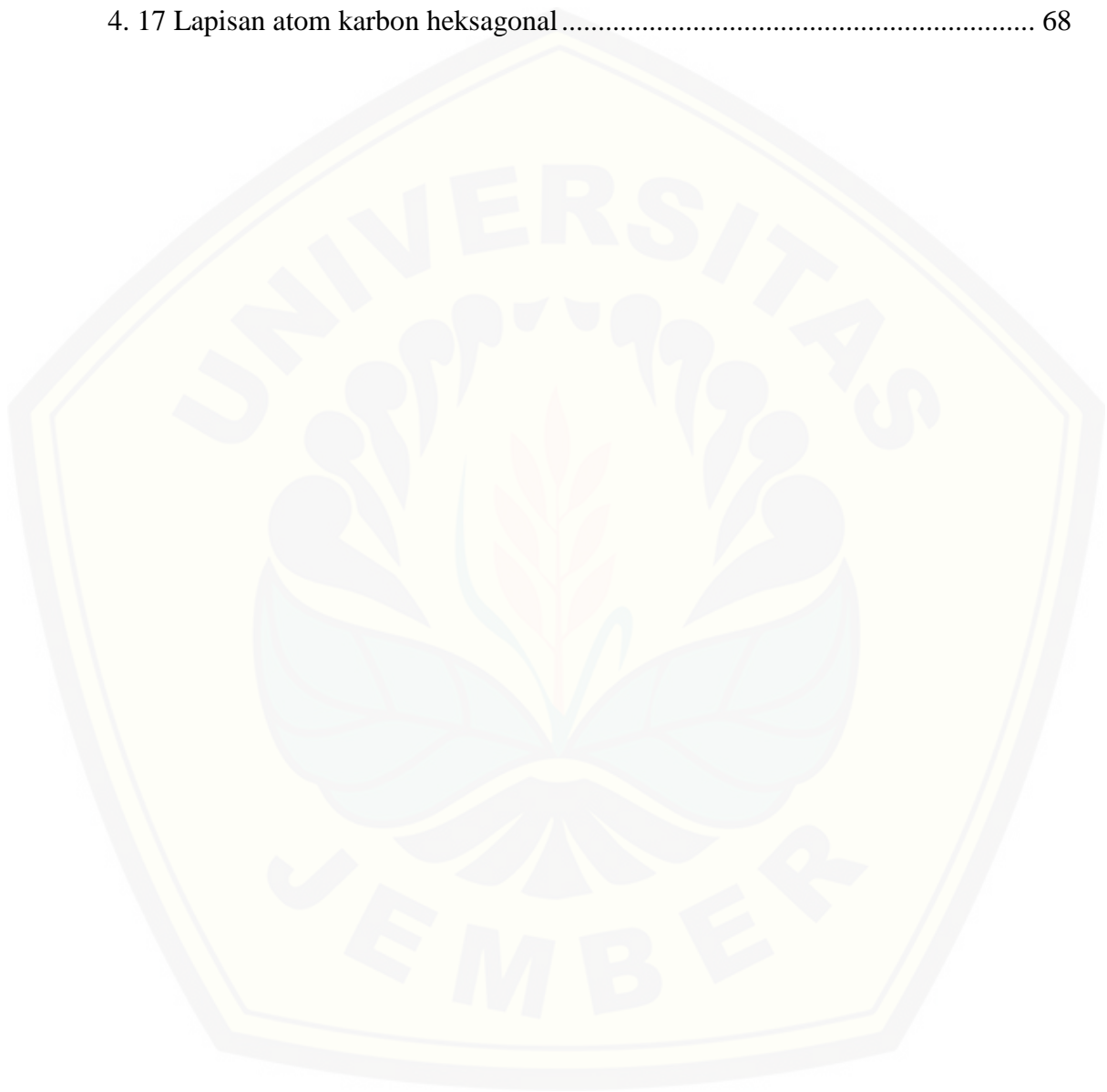
**DAFTAR TABEL**

	Halaman
2. 1 Karakteristik Limbah Cair Industri Batik Cap .....	16
2. 2 Kebutuhan Cr per Hari Berdasarkan Umur .....	20
2. 3 Komposisi Ampas Kopi .....	22
3. 1 Tata Letak RAL Penelitian.....	35
4. 1 Kualitas Arang Aktif Ampas Kopi.....	49
4. 2 Tingkat Perbedaan Kadar Kromium Total (Cr) pada Kelompok Kontrol .....	58
4. 3 Tingkat Perbedaan Kadar Kromium Total (Cr) pada Kelompok P <sub>1</sub> .....	59
4. 4 Tingkat Perbedaan Kadar Kromium Total (Cr) pada Kelompok P <sub>2</sub> .....	59
4. 5 Tingkat Perbedaan Kadar Kromium Total (Cr) pada Kelompok P <sub>3</sub> .....	60

DAFTAR GAMBAR

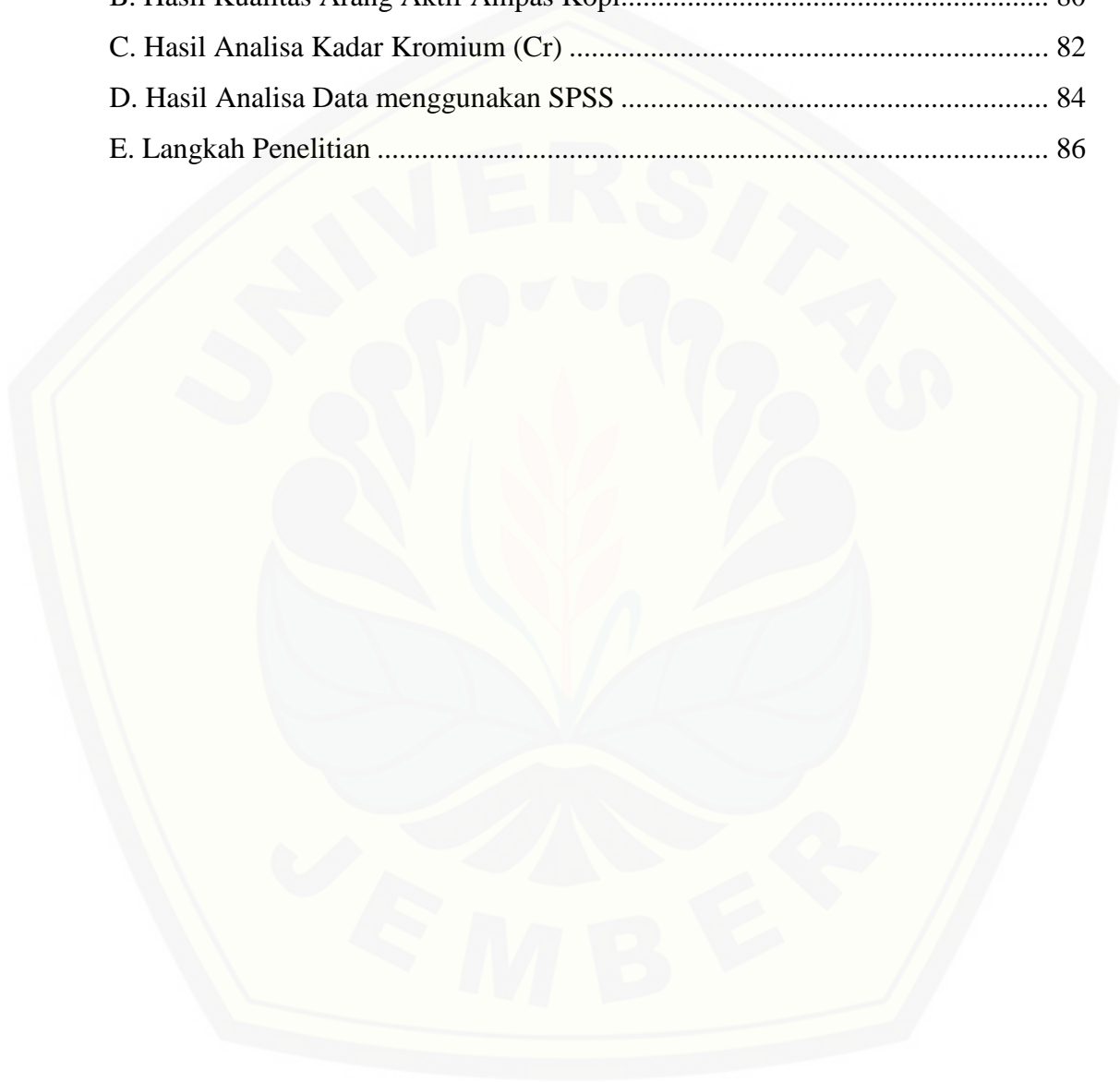
	Halaman
2. 1 Menggambar motif pada kain .....	13
2. 2 Mencanting .....	14
2. 3 Mewarnai kain dengan teknik celup .....	14
2. 4 Mewarnai kain dengan teknik colet .....	14
2. 5 Menghilangkan malam/lilin .....	15
2. 6 Proses adsorpsi .....	27
2. 7 Kerangka Teori.....	29
2. 8 Kerangka Konseptual.....	30
3. 1 Denah Pembuangan Limbah Cair Batik .....	37
3. 2 Prosedur Kerja Penelitian.....	44
3. 3 Alur Penelitian .....	47
4. 1 Kadar Kromium Total (Cr) pada Kelompok Kontrol tanpa Diberi Arang Aktif Ampas Kopi.....	50
4. 2 Kadar Kromium Total (Cr) pada Kelompok Perlakuan dengan Penambahan Arang Aktif Ampas Kopi 0,5 gr/500 ml (P <sub>1</sub> ).....	51
4. 3 Kadar Kromium Total (Cr) pada Kelompok Perlakuan dengan Penambahan Arang Aktif Ampas Kopi 1 gr/500 ml (P <sub>2</sub> ).....	53
4. 4 Kadar Kromium Total (Cr) pada Kelompok Perlakuan dengan Penambahan Arang Aktif Ampas Kopi 2 gr/500 ml (P <sub>3</sub> ).....	54
4. 5 Rerata Penurunan Kadar Kromium Total (Cr) pada Setiap Perlakuan .....	55
4. 6 Proses dehidrasi ampas kopi dijemur dibawah terik matahari ±1 hari.....	61
4. 7 Proses dehidrasi ampas kopi dengan oven.....	61
4. 8 Proses karbonasi ampas kopi menggunakan <i>muffle furnace</i> .....	62
4. 9 Proses aktivasi arang ampas kopi secara kimia menggunakan HCl 0,1 M....	62
4. 10 Uji kadar air arang aktif ampas kopi .....	62
4. 11 Uji kadar abu arang aktif ampas kopi .....	63
4. 12 Uji daya serap iodium arang aktif ampas kopi.....	63
4. 13 Pengayakan arang ampas kopi 100 mesh.....	65

4. 14 Struktur pori arang aktif .....	65
4. 15 Pengontakan arang aktif ampas kopi ke dalam limbah cair batik menggunakan <i>magnetic stirrer</i> .....	66
4. 16 Ikatan antara permukaan arang aktif dengan ion logam .....	67
4. 17 Lapisan atom karbon heksagonal .....	68



**DAFTAR LAMPIRAN**

	Halaman
A. Gambar Model Perlakuan.....	79
B. Hasil Kualitas Arang Aktif Ampas Kopi.....	80
C. Hasil Analisa Kadar Kromium (Cr) .....	82
D. Hasil Analisa Data menggunakan SPSS .....	84
E. Langkah Penelitian .....	86



**DAFTAR ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN**

%	= Persen
°C	= Derajat Celcius
=	= Sama dengan
-	= sampai dengan/ dikurangi
+	= Tambah
±	= Kurang lebih
≥	= Lebih dari samadengan
≤	= Kurang dari samadengan
>	= Lebih dari
<	= Kurang dari
/	= per, atau
µg/hari	= mikrogram per hari
gr	= Gram
kg	= Kilogram
L	= Liter
mg/l	= Miligram per liter
ml	= Mililiter
BOD	= <i>Biochemical Oxygen Demand</i>
Cd	= Kadmium
COD	= <i>Chemical Oxygen Demand</i>
Cr	= Kromium
Cu	= Tembaga
EPA	= <i>Environmental protection Agency</i>
IPAL	= Instalasi Pengolahan Air Limbah
Pb	= Timbal
pH	= <i>Potential of Hydrogen</i>
ppm	= Part per milion
RAL	= Rancangan acak lengkap
SNI	= Standart Nasional Indonesia

TSS = *Total Suspended Solid*

UNESCO = *United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization*

Zn = *Zink*



## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Batik merupakan warisan budaya yang telah lama berkembang dan dikenal oleh kalangan masyarakat Indonesia. Batik Indonesia mulai berkembang pada abad ke-18 dan 19 yang mulanya berkembang di pulau Jawa. Sejak diakui dunia pada 2 Oktober 2009 oleh UNESCO, ekspor batik Indonesia meningkat setiap tahun dan semakin meningkat pula unit usaha batik di Indonesia. Data Kementerian Perindustrian menunjukkan jumlah unit usaha batik selama lima tahun sejak 2011 hingga 2015 tumbuh 14,7% dari 41.623 unit menjadi 47.755 unit (Detik, 2015). Berdasarkan data Dinas Perindustrian dan Perdagangan Kabupaten Jember pada tahun 2016 bahwa tercatat 10 industri batik di Kabupaten Jember. Salah satu daerah penghasil batik khas Jember berada di Desa Sumberpakem, Kecamatan Sumberjambe yaitu industri batik UD. Pakem Sari yang telah berdiri sejak tahun 1935. Industri batik tersebut memiliki 30 pekerja dan setiap hari mampu menghasilkan batik sebanyak 30 potong, namun apabila terdapat pesanan mampu menghasilkan 300 potong.

Proses pembuatan batik secara garis besar terdiri dari pemolaan, pembatikan tulis, pewarnaan/pencelupan, pelodoran/penghilangan lilin, dan penyempurnaan (Purwaningsih, 2008). Industri batik termasuk dalam industri tekstil yang banyak menggunakan air dalam proses produksinya, sehingga menghasilkan limbah cair sebanyak 80% dari jumlah air yang digunakan dalam pembatikan (Hernayanti dan Proklamasiningsih, 2004). Pada proses pewarnaan/pencelupan akan menghasilkan limbah cair yang berwarna keruh dan pekat. Pada umumnya kandungan yang terdapat dalam limbah cair industri batik berupa bahan organik, logam berat, padatan tersuspensi serta minyak dan lemak. Limbah cair batik yang dihasilkan dari proses pewarnaan mengandung senyawa organik (BOD, COD, TSS dan pH) yang bersifat *non biodegradable* sehingga mengakibatkan pencemaran lingkungan terutama lingkungan perairan (Suprihatin,



2014). Selain itu berdasarkan penelitian Nurdalia (2006), limbah cair batik mengandung logam berat yang berbahaya diantaranya Zn, Cd, Cu, Cr dan Pb. Sumber logam berat kromium (Cr) berasal dari zat pewarna ( $\text{CrCl}_3$  atau chromium chloride,  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  atau pottasium dichromate) maupun berasal dari zat mordan yaitu pengikat zat warna meliputi  $\text{Cr}(\text{NO}_3)_2$  (Suharty, 1999).

Senyawa krom di industri tekstil terutama digunakan dalam proses pencelupan yang menggunakan zat warna direk dan zat warna mordan. Dalam proses pencelupan kain dengan zat warna direk, krom dalam bentuk senyawa dikromat digunakan untuk fiksasi zat warna pada serat kain, sedangkan dalam pencelupan dengan zat warna mordan krom digunakan dalam bentuk garam Cr (III). Salah satu contoh zat warna direk adalah *Congo Red*, sedangkan contoh zat warna mordan adalah *Erichrome Black*. Menurut Permana *et al.*, (2013) zat warna yang digunakan dalam industri batik diantaranya Grey Lanaset G, naftol, indigosol, prosion serta rapid yang mengandung krom. Cat berbahan dasar air atau minyak terdiri atas tiga komponen penting, yaitu mengandung pelarut berupa tiner, binder yang dapat menyebabkan masalah kesehatan yaitu resin yang dapat menimbulkan iritasi hidung, mata, tenggorokan dan kulit. Banyak jenis pigmen merupakan bahan berbahaya, yaitu Pb-Cr yang digunakan untuk memberikan warna hijau, kuning, dan merah. Bahan tersebut dapat menyebabkan kanker paru dan iritasi kulit, serta gangguan pada hidung dan saluran napas atas (Widowati *et al.*, 2008:102). Berdasarkan Peraturan Gubernur Jawa Timur nomor 72 tahun 2013 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Industri dan/atau Kegiatan Usaha Lainnya, khusus untuk industri tekstil kadar maksimum kandungan krom total (Cr) sebesar 1,0 mg/l.

Logam kromium (Cr) adalah bahan kimia yang bersifat persisten, bioakumulatif, dan toksik yang tinggi serta tidak mampu terurai di dalam lingkungan dan akhirnya diakumulasi di dalam tubuh manusia melalui rantai makanan. Sebagai logam berat, kromium (Cr) termasuk logam yang mempunyai daya racun tinggi. Daya racun yang dimiliki Cr ditentukan oleh valensi ionnya. Cr (VI) lebih toksik dibandingkan Cr (III). Sifat racun yang dibawa oleh logam kromium (Cr) dapat mengakibatkan terjadinya keracunan akut dan kronis (Palar,

2004:139). Gejala toksisitas akut logam kromium (Cr) berupa nafas pendek, batuk-batuk, kesulitan bernafas. Gejala kronis yang ditimbulkan meliputi gangguan alat pernapasan berupa perforasi dan gangguan pada septum nasal, bronkitis, penurunan fungsi paru-paru, asma, dan *nasal itching*. Mencerna makanan yang mengandung kadar Cr (VI) tinggi bisa menyebabkan gangguan pencernaan, berupa sakit lambung, muntah, dan pendarahan, luka pada lambung, konvulsi, kerusakan ginjal, dan hepar, bahkan dapat menyebabkan kematian (Widowati *et al.*, 2008: 101). Paparan kromium (Cr) melalui kulit dapat menyebabkan kemerahan dan pembengkakan pada kulit (Widowati *et al.*, 2008:106).

Berdasarkan observasi pada 21 Februari 2016, industri batik UD. Pakem Sari memiliki sistem pengolahan limbah yang tidak memenuhi syarat yaitu limbah cair dari industri batik langsung dibuang ke sungai tanpa pengolahan terlebih dahulu, sehingga berpotensi mencemari lingkungan sekitar. Menurut Suparman (1985), limbah industri tekstil yang langsung dibuang ke sungai dapat menimbulkan pencemaran berupa perubahan warna, bau, dan rasa pada air, terhambat dan hilangnya aktivitas biologi perairan, pencemaran tanah dan air tanah, serta perubahan fisik tumbuhan, binatang dan manusia oleh zat kimia. Air sungai di sekitar industri batik UD. Pakem Sari digunakan oleh warga sekitar untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari seperti mencuci pakaian, mandi dan irigasi sawah. Oleh karena itu, perlu adanya suatu upaya dalam mengatasi permasalahan tersebut. Berdasarkan studi pendahuluan pada 22 Februari 2016, kadar kromium total (Cr) dalam limbah cair batik yang diambil pada 1 bak sisa proses pencelupan/pewarnaan di industri batik UD. Pakemsari sebesar 8,1 mg/L. Hal ini telah melebihi Baku Mutu Air Limbah menurut Peraturan Gubernur Jawa Timur tahun 2013 yaitu 1 mg/L.

Salah satu alternatif pengolahan limbah cair batik adalah dengan metode adsorpsi. Adsorpsi adalah proses pemisahan dimana komponen tertentu dari suatu fasa fluida berpindah ke permukaan zat padat yang menjerap (adsorben). Adsorben yang paling banyak digunakan untuk menyerap logam berat adalah arang aktif. Arang aktif adalah suatu padatan berpori yang dihasilkan dari bahan

yang mengandung karbon dengan pemanasan suhu tinggi. Semakin luas permukaan arang aktif maka daya adsorpsinya semakin tinggi (Sembiring dan Sinaga, 2003). Arang aktif digunakan sebagai adsorben karena arang aktif bersifat sangat aktif terhadap partikel yang kontak dengan arang aktif tersebut. Hal ini dikarenakan arang aktif memiliki ruang pori yang sangat banyak dengan ukuran tertentu dapat menyerap partikel-partikel yang akan diserap (Irmanto dan Suyata, 2010:22-23). Bahan baku yang berasal dari bahan organik dapat dibuat menjadi arang aktif karena bahan baku tersebut mengandung karbon.

Kopi adalah salah satu minuman yang digemari oleh masyarakat dunia. Kopi dikonsumsi oleh berbagai kalangan usia. Konsumsi kopi di Indonesia mengalami peningkatan setiap tahunnya. Berdasarkan data Asosiasi Eksportir dan Industri Kopi Indonesia, pada tahun 2012 konsumsi kopi sebesar 0,94 kg/kapita/tahun dan diperkirakan mengalami peningkatan pada tahun 2016 hingga mencapai 1,15 kg/kapita/tahun. Berdasarkan penelitian Lestari *et al.*, (2009:216-235) bahwa masyarakat Jember rata-rata mengkonsumsi kopi perorangan 2,91 kg/tahun, konsumsi pada laki-laki 3,83 kg/tahun dan perempuan 1,97 kg/tahun. Semakin banyaknya konsumsi kopi maka semakin meningkat pula jumlah limbah yang dihasilkan yaitu berupa ampas kopi yang bersifat non ekonomis. Ampas kopi adalah bahan yang murah dan mudah didapatkan dan termasuk dalam bahan organik yang dapat dibuat menjadi arang aktif untuk digunakan sebagai adsorben atau bahan penyerap (Sugiharto dalam Irmanto, 2009:105-114). Menurut Caetano (2012:267-272), kandungan ampas kopi meliputi total karbon sebesar 47,8-58,9%, total nitrogen sebesar 1,9-2,3%, abu sebesar 0,43-1,6%, dan selulosa 8,6%.

Berdasarkan penelitian Kyzas tahun 2012 menyebutkan bahwa ampas kopi mampu mengadsorpsi dengan kapasitas maksimum sebesar 70 mg/g untuk logam tembaga ( $\text{Cu}^{2+}$ ) dan sebesar 45 mg/g untuk logam kromium ( $\text{Cr}^{6+}$ ). Penelitian terdahulu menyebutkan bahwa penggunaan arang aktif ampas kopi sebagai adsorben dapat mengadsorpsi ion besi pada air minum sampai dengan 99,34% dan logam merkuri sampai 99% (Lubis dan Nasution 2002:12-16). Selain itu, penelitian lainnya menyebutkan bahwa arang aktif ampas kopi dapat menurunkan kadar amonia (64,69%), nitrit (52,35%) dan nitrat (86,40%) pada limbah cair

industri tahu (Irmanto dan Suyata, 2009:105-114). Arang aktif ampas kopi telah terbukti mampu menurunkan kadar COD, BOD dan TSS pada limbah cair industri tapioka (Irmanto dan Suyata, 2010:22-23).

Berdasarkan penelitian Kyzas (2012), bahwa kadar optimum ampas kopi dalam mengadsorpsi Cr (VI) sebanyak 1 gram dalam 1 liter larutan Cr mampu mengadsorpsi kadar krom (Cr) sebesar 90% yaitu 45 mg/g dari 50 mg/g. Peneliti meningkatkan daya adsorpsi ampas kopi dengan cara aktivasi ampas kopi dan menjadikan dosis 1 gram sebagai acuan. Aktivasi dilakukan dengan pemanasan pada temperatur tinggi dan penambahan larutan kimia sehingga memperluas permukaan arang aktif (Sembiring dan Sinaga, 2003). Jenis kopi yang digunakan dalam penelitian ini adalah kopi robusta (*Coffea robusta*). Hal ini dikarenakan Kabupaten Jember merupakan salah satu sentra budidaya kopi robusta rakyat terbesar di Jawa Timur setelah Kabupaten Malang (Amrullah, 2011). Berdasarkan latar belakang diatas, maka perlu dilakukan penelitian tentang pemanfaatan arang aktif ampas kopi sebanyak 0,5 gr/500 ml, 1 gr/500 ml, dan 2 gr/500 ml diaduk selama 20 menit untuk menurunkan logam kromium total total (Cr) pada limbah cair batik.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah “Apakah terdapat perbedaan kadar kromium (Cr) antara limbah cair batik yang tidak diberi arang aktif ampas kopi sebagai kelompok kontrol dengan limbah cair batik yang diberi perlakuan konsentrasi arang aktif ampas kopi?”

## **1.3 Tujuan**

### **1.3.1 Tujuan Umum**

Tujuan penelitian ini adalah menganalisis perbedaan kadar kromium (Cr) pada limbah cair batik yang tidak diberi arang aktif ampas kopi dengan limbah cair batik yang diberi arang aktif ampas kopi.

### 1.3.2 Tujuan Khusus

- a. Mengetahui kadar kromium total (Cr) dalam limbah cair batik yang tidak diberi arang aktif ampas kopi sebagai kelompok kontrol.
- b. Mengetahui kadar kromium total (Cr) pada limbah cair batik yang diberi perlakuan penambahan arang aktif ampas kopi 0,5 gr/500 ml dan diaduk selama 20 menit.
- c. Mengetahui kadar kromium total (Cr) pada limbah cair batik yang diberi perlakuan penambahan arang aktif ampas kopi 1 gr/500 ml dan diaduk selama 20 menit.
- d. Mengetahui kadar kromium total (Cr) pada limbah cair batik yang diberi perlakuan penambahan arang aktif ampas kopi 2 gr/500 ml dan diaduk selama 20 menit.
- e. Menganalisis perbedaan kadar kromium total (Cr) dalam limbah cair batik yang tidak diberi arang aktif ampas kopi dengan limbah cair batik yang diberi perlakuan penambahan konsentrasi arang aktif ampas kopi 0,5 gr/500 ml, 1 gr/500 ml, dan 2 gr/500 ml dan diaduk selama 20 menit.

## 1.4 Manfaat

### 1.4.1 Manfaat Teoritis

Dapat dijadikan sebagai bahan pengembangan ilmu di bidang kesehatan masyarakat khususnya dalam bidang lingkungan, terutama mengenai penurunan kadar kromium total (Cr) dalam limbah cair batik.

### 1.4.2 Manfaat Praktis

- a. Bagi Instansi Terkait

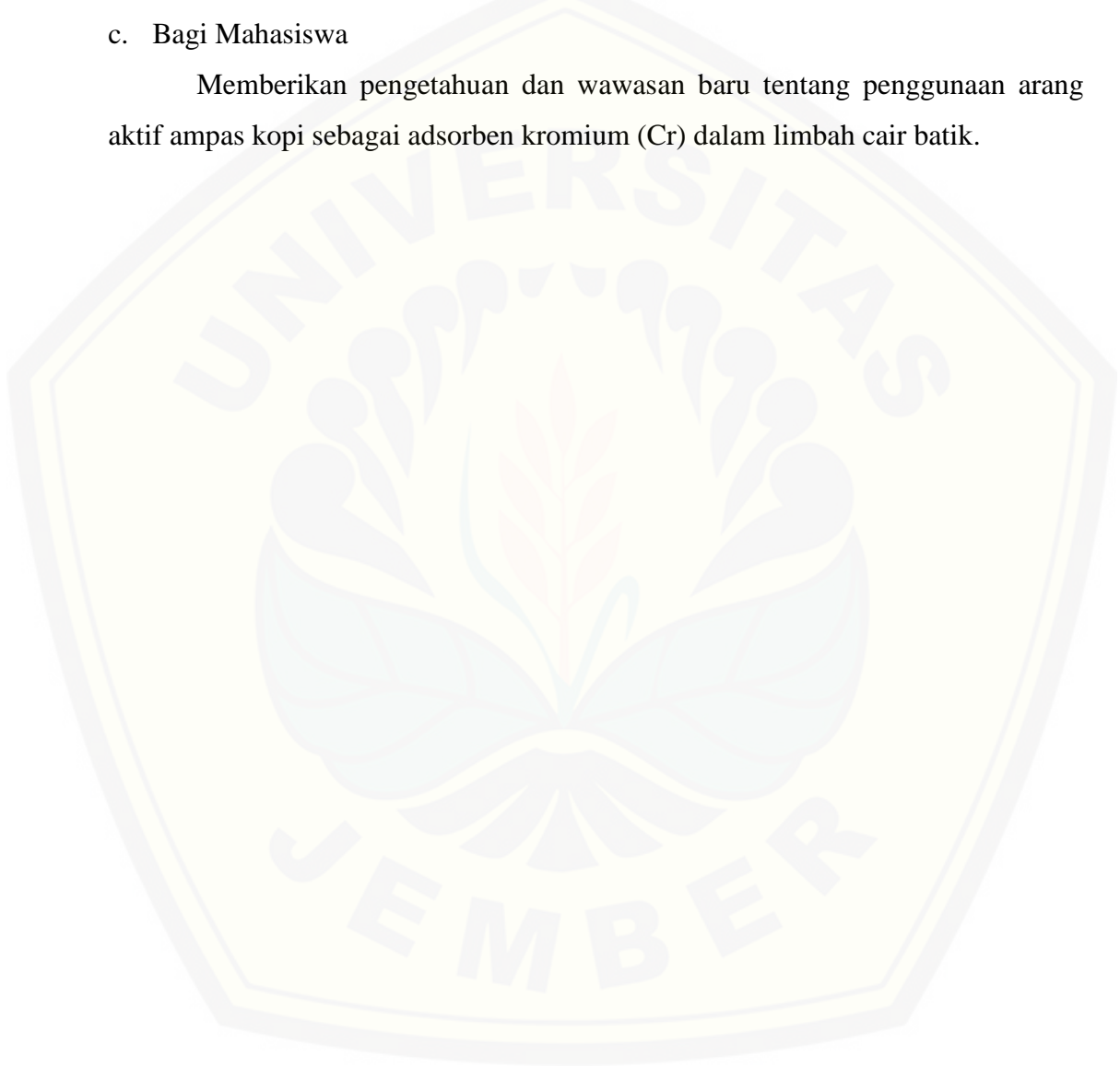
Hasil penelitian ini sebagai bahan masukan dan evaluasi bagi Kantor Lingkungan Hidup Kabupaten Jember untuk mengembangkan program dan intervensi yang tepat tentang upaya pengendalian pencemaran lingkungan terutama pencemaran kromium (Cr) akibat limbah cair batik.

b. Bagi Pemilik Industri Batik

Memberikan informasi kepada pemilik industri batik mengenai penggunaan arang aktif ampas kopi yang dapat dimanfaatkan untuk menurunkan kadar kromium (Cr) pada limbah cair batik.

c. Bagi Mahasiswa

Memberikan pengetahuan dan wawasan baru tentang penggunaan arang aktif ampas kopi sebagai adsorben kromium (Cr) dalam limbah cair batik.



## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Limbah

#### 2.1.1 Pengertian Limbah

Limbah adalah buangan yang dihasilkan dari suatu proses produksi baik industri maupun domestik (rumah tangga). Air limbah atau air buangan adalah sisa air yang dibuang berasal dari rumah tangga, industri, ataupun tempat-tempat umum lainnya, serta pada umumnya mengandung zat-zat yang dapat membahayakan bagi kesehatan manusia, mempengaruhi aktivitas makhluk hidup lain dan dapat merusak lingkungan hidup. Volume air sisa atau air buangan cukup besar yaitu kurang lebih 80% dari air yang digunakan bagi kegiatan-kegiatan manusia dalam memenuhi kebutuhan sehari-hari. Air buangan tersebut dibuang dalam bentuk yang sudah kotor (tercemar) yang akhirnya akan mengalir ke sungai dan laut dan akan digunakan oleh manusia lagi (Zulkifli, 2014:68).

#### 2.1.2 Limbah Cair

Limbah cair adalah limbah dalam wujud cair yang dihasilkan oleh kegiatan industri yang dibuang ke lingkungan dan diduga dapat mencemari lingkungan. Mutu limbah cair adalah keadaan limbah cair yang dinyatakan dengan debit, kadar dan bahan pencemar. Debit maksimum adalah debit tertinggi yang masih diperbolehkan dibuang ke lingkungan (Suharto, 2011). Secara umum limbah cair dapat dibagi menjadi (Chandra, 2006:124-146):

a. *Human excreta* (ekskreta manusia)

Ekskreta manusia merupakan hasil akhir dari proses yang berlangsung dalam tubuh manusia yang menyebabkan pemisahan dan pembuangan zat-zat yang tidak dibutuhkan oleh tubuh. Zat-zat yang tidak dibutuhkan tersebut berbentuk tinja dan urin. Ekskreta manusia merupakan sumber infeksi dan salah satu penyebab terjadinya pencemaran tanah, pencemaran air, kontaminasi makanan, dan perkembangbiakan lalat. Penyakit yang ditimbulkan akibat pembuangan kotoran secara tidak baik diantaranya tifoid, paratifoid, disentri,

diare, kolera, penyakit cacing, hepatitis viral, dan beberapa penyakit gastrointestinal lain.

b. *Sewage* (air limbah)

Air limbah adalah cairan buangan yang berasal dari rumah tangga, industri, dan tempat-tempat umum lainnya dan biasanya mengandung bahan-bahan yang dapat membahayakan kehidupan manusia serta mengganggu kelestarian lingkungan. Air limbah dapat berasal dari berbagai sumber, antara lain:

1) Rumah tangga

Air limbah rumah tangga sebagian besar mengandung bahan organik sehingga memudahkan dalam pengelolaannya. Contoh: air bekas cucian, air bekas memasak, air bekas mandi.

2) Perkotaan.

Contoh: air limbah dari perkantoran, perdagangan, selokan, dan dari tempat-tempat ibadah.

3) Industri

Limbah industri lebih sulit pengelolaannya dibandingkan limbah rumah tangga karena mengandung pelarut mineral, logam berat, dan zat-zat organik lain yang bersifat toksik. Contoh: air limbah dari pabrik baja, pabrik tinta, pabrik cat, dan pabrik karet.

c. *Industrial waste* (bahan buangan dari sisa proses industri)

Limbah industri (*industrial waste*) yang berbentuk cair dapat berasal dari pabrik yang biasanya banyak menggunakan air pada proses produksinya. Selain itu, limbah cair juga dapat berasal dari bahan baku yang mengandung air sehingga di dalam proses pengolahannya, air harus dibuang. Jenis-jenis industri yang menghasilkan limbah cair antara lain, industri *pulp* dan rayon, pengolahan *crumb rubber*, minyak kelapa sawit, baja dan besi, minyak goreng, kertas, tekstil, kaustik soda, elektroplating, *plywood*, tepung tapioka, pengalengan, pencelupan dan pewarnaan. Limbah cair industri mengandung bahan pencemar yang bersifat racun dan berbahaya yang dikenal dengan sebutan B3 (bahan beracun dan berbahaya).



### 2.1.3 Karakteristik Limbah Cair Industri

Karakteristik limbah cair industri berdasarkan persenyawaannya, antara lain (Chandra, 2006:147):

#### a. Karakteristik fisik

Perubahan yang ditimbulkan parameter fisika dalam limbah cair industri, antara lain:

##### 1) Padatan

Berasal dari bahan organik maupun anorganik, baik yang larut, mengendap maupun berbentuk suspensi. Pengendapan di bagian dasar air akan mengakibatkan terjadinya pendangkalan pada badan dasar penerima. Banyaknya padatan menunjukkan banyaknya lumpur yang terkandung dalam air limbah.

##### 2) Kekeruhan

Kekeruhan menunjukkan sifat optis air yang menyebabkan pembiasan cahaya ke dalam air. Kekeruhan akan membatasi pencahayaan ke dalam air. Sifat ini terjadi karena adanya bahan yang terapung maupun yang terurai seperti bahan organik, jasad renik, lumpur, tanah liat, dan benda lain yang melayang maupun terapung. Nilai kekeruhan air dikonversikan ke dalam ukuran  $\text{SiO}_2$  dalam satuan mg/l. Semakin keruh air, maka semakin tinggi daya hantar listrik dan makin tinggi pula kepadatannya.

##### 3) Bau

Bau timbul karena adanya kegiatan mikroorganisme yang menguraikan zat organik untuk menghasilkan gas tertentu. Selain itu, juga dapat timbul karena reaksi kimia yang menimbulkan gas. Kuat lemahnya bau yang ditimbulkan bergantung pada jenis dan banyaknya gas yang dihasilkan.

##### 4) Temperatur

Perubahan suhu diakibatkan oleh aktivitas kimia dan biologi pada benda padat dan gas dalam air. Pada suhu yang tinggi terjadi pembusukan dan penambahan tingkatan oksidasi zat organik.

##### 5) Daya hantar listrik

Daya hantar listrik merupakan kemampuan air untuk mengalirkan arus listrik, yang tercermin dari kadar padatan total dalam air dan suhu pada saat pengukuran.

Konduktivitas limbah cair dalam mengalirkan arus listrik bergantung pada mobilitas ion dan kadar yang terlarut di dalam limbah tersebut.

6) Warna

Warna timbul akibat terdapatnya suatu bahan terlarut atau tersuspensi dalam air, selain bahan pewarna tertentu yang mengandung logam berat.

b. Karakteristik kimia

Bahan kimia yang terdapat dalam air akan menentukan sifat air baik dalam tingkat keracunan maupun bahaya yang ditimbulkannya. Secara umum sifat air dipengaruhi oleh bahan kimia organik dan anorganik.

1) Bahan kimia organik

- (1) Karbohidrat dan protein
- (2) Minyak dan lemak
- (3) Pestisida
- (4) Fenol
- (5) Zat warna dan surfaktan

2) Bahan kimia anorganik

- (1) Klorida
- (2) Fosfor
- (3) Logam berat dan beracun
- (4) Nitrogen
- (5) Sulfur

3) Karakteristik biologi

- (1) Virus

## 2.2 Batik

### 2.2.1 Pengertian Batik

Secara etimologi kata batik berasal dari bahasa Jawa, yaitu “tik” yang berarti titik yang kemudian menjadi istilah “batik” (Anas, 1997:14). Batik adalah cara pembuatan bahan sandang berupa tekstil yang bercorak pewarnaan dengan menggunakan lilin sebagai penutup untuk mengamankan warna dari perembesan warna lain didalam pencelupan (Murtihadi, 1979:3). Berdasarkan teknik

pembuatannya batik dapat dikelompokkan menjadi tiga, yaitu batik tulis, batik cap, dan batik sablon/printing. Batik tulis adalah kain yang dihiasi dengan tekstur dan corak batik menggunakan canting. Batik cap adalah kain yang dihiasi dengan tekstur dan corak batik yang dibentuk dengan cap (biasanya terbuat dari tembaga). Batik sablon/printing adalah batik yang proses pembuatannya dicetak melalui proses sablon. Namun batik printing tidak dapat dikategorikan sebagai batik, karena tidak melalui teknik perintang warna. Batik print adalah tekstil yang menggunakan ragam hias batik (Gratha, 2012: 4).

### **2.2.2 Bahan yang Digunakan dalam Membuat**

Dalam proses pembuatan batik diperlukan beberapa bahan. Berikut bahan-bahan yang digunakan dalam membuat batik (Gratha, 2012: 5-6):

#### **a. Kain**

Kain yang digunakan dalam membuat batik adalah kain yang berasal dari serat alam seperti katun dan sutera, tanpa ada tambahan bahan sintetis. Adanya bahan sintetis mengakibatkan warna tidak dapat meresap ke dalam serat kain dan malah susah dihilangkan. Katun yang biasa digunakan adalah jenis *primitiva*, *prima* dan *berkolin*. Kain belacu yang berbahan dasar katun dapat juga digunakan.

#### **b. Malam**

Malam adalah lilin khusus yang digunakan untuk membuat batik. Terdiri atas campuran parafin, *gonorukem* (getah pinus), dan lemak hewan.

#### **c. Bahan pewarna**

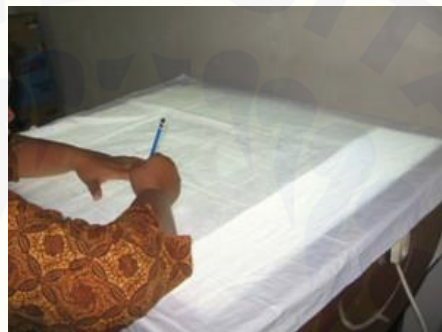
Bahan pewarna yang digunakan untuk batik adalah pewarnaan dingin, sehingga tidak semua jenis warna dapat digunakan. Pewarna sintetis yang umum digunakan adalah jenis *naftol*, *indigosol*, *remazol*, dan *procion*. Masing-masing pewarna memiliki karakteristik yang berbeda-beda. Bahan pewarna alam biasanya berasal dari tumbuh-tumbuhan seperti akar mengkudu, mangga, daun indigo/nila, kayu tinggi, dan lain-lain.

### 2.2.3 Tahap-Tahap Membuat

Secara umum proses pembuatan batik melalui 3 tahapan, yaitu pemolaan, pewarnaan, pelepasan malam (lilin) pada kain. Berikut tahapan dalam membuat (Gratha, 2012: 10-13):

#### a. Menggambar motif pada kain

Melakukan motif pada kain dapat dilakukan dengan menjiplak motif yang sudah ada dengan cara meletakkan gambar dibawah kain, lalu salin diatas kain. Selain itu juga dapat menggunakan meja kaca yang diberi lampu pada bagian bawahnya agar gambar terlihat jelas.



Gambar 2. 1 Menggambar motif pada kain (Sumber: Anonim, 2015)

#### b. Mencanting

Mencanting dilakukan dengan cara menorehkan malam cair pada kain yang sudah digambar menggunakan canting. Canting diisi dengan malam cair hingga sepertiga bagian saja. Kemudian mulai mencanting dengan menorehkan cucuk canting pada kain mengikuti garis *outline* yang sudah ada. Setelah selesai membuat *outline*, bagian yang kosong harus diberi *isen-isen*, berupa titik-titik atau garis-garis. Setelah sisi bagian atas selesai dicanting, balik kain kemudian canting bagian bawah kain. Setelah proses mencanting selesai maka kain siap diwarnai.



Gambar 2. 2 Mencanting (Sumber: Anonim, 2015)

c. Mewarnai kain

Mewarnai kain dapat dilakukan dengan teknik celup dan colet (bahan pewarna langsung dikuas pada permukaan kain, seperti melukis). Pewarna yang digunakan pada umumnya adalah naftol, remazol, indigosol, dan procion. Proses mewarnai yaitu dengan cara merendam kain yang sudah selesai dicanting hingga merata ke dalam bak yang berisi air yang dicampur dengan deterjen, kemudian angin-anginkan hingga air berhenti menetes. Selanjutnya memasukkan kain ke dalam bak yang berisi larutan naftol sebagai dasar warna dengan cara digosok-gosok dengan tangan, kemudian angin-anginkan sampai air berhenti menetes. Selanjutnya kain dimasukkan ke dalam bak yang berisi larutan warna (formula untuk garam diazo) dengan cara digosok-gosok dengan tangan, kemudian diangin-anginkan hingga air berhenti menetes. Pada proses tersebut akan terjadi perubahan warna sebagai akibat reaksi antara naftol dan garam diazo.



Gambar 2. 3 Mewarnai kain dengan teknik celup (Sumber: Data primer, 2016)



Gambar 2. 4 Mewarnai kain dengan teknik colet (Sumber: Data primer, 2016)

d. Melorod atau menghilangkan malam

Proses menghilangkan malam dilakukan setelah selesai proses mewarnai. Dalam keadaan basah kain direbus dalam air mendidih hingga semua malam lepas (selama 5 menit), namun tergantung banyaknya malam dan besarnya kain. Setelah dilorod, bilas kain di air yang bersih hingga residu malam tidak tersisa lagi, kemudian jemur di tempat teduh.



Gambar 2. 5 Menghilangkan malam/lilin (Sumber: Data primer, 2016)

#### 2.2.4 Karakteristik Limbah Cair Batik

Limbah cair batik adalah limbah cair yang berasal dari proses persiapan, proses pembatikan, proses pelepasan lilin, dan *finishing*. Limbah cair industri batik memiliki sifat dan komposisi yang kompleks, tergantung jenis serat yang diolah, macam proses serta bahan kimia yang digunakan. Secara umum limbah cair industri batik memiliki karakteristik berwarna, pH tinggi, kadar BOD, COD, suhu, padatan terlarut dan tersuspensi tinggi. Karakteristik limbah batik meliputi (Muljadi, 2009:7-16):

- a. Karakteristik fisika, yang terdiri atas warna, bau, zat padat tersuspensi, temperatur
- b. Karakteristik kimia, yang terdiri atas bahan organik, anorganik, fenol, sulfur, pH, logam berat, senyawa racun (nitrit), dan gas

Menurut Agustina *et al.*, (2011), karakteristik limbah cair industri batik cap tersaji dalam tabel berikut:

Tabel 2. 1 Karakteristik Limbah Cair Industri Batik Cap

Parameter	Standar (mg/L)	Limbah industri batik (mg/L)
pH	6-9	6
COD	150	4,230
Amoniak total	8	5,47
Fenol total	0,5	0,008
TSS	50	535
Sulfida	0,3	0,040
Krom total	1	0,1385
Besi	-	2,0587
Tembaga	-	0,2696
Seng	-	54,7175
Kadmium	-	0,0063
Timbal	-	0,2349

Sumber: Agustina *et al.*, (2011)

## 2.3 Kromium (Cr)

### 2.3.1 Pengertian Kromium (Cr)

Kata kromium berasal dari bahasa Yunani “Chroma” yang berarti warna. Dalam bahan kimia, kromium dilambangkan dengan “Cr” (Palar, 2004:133). Logam berat kromium (Cr) merupakan logam berat dengan berat atom 51,996 g/mol; berwarna abu-abu, tahan terhadap oksidasi meskipun pada suhu tinggi, mengkilat, keras, memiliki titik cair 1.857°C dan titik didih 2.672°C, bersifat paramagnetik (sedikit tertarik oleh magnet), membentuk senyawa berwarna, memiliki beberapa bilangan oksidasi, yaitu +2, +3, dan +6, dan stabil pada bilangan oksidasi +3. Bilangan oksidasi +4 dan +5 jarang ditemukan. Senyawa kromium pada bilangan oksidasi +6 merupakan oksidan yang kuat.

Kromium (Cr) merupakan unsur yang melimpah yang terdapat di alam dengan berbagai bentuk oksida, yaitu Cr (0), Cr (III) atau Cr trivalent, Cr (VI) atau Cr heksavalen. Kromium secara alami bisa ditemukan di batuan, tumbuhan, hewan, tanah, dan gas, serta debu gunung berapi. Kromium Cr (III) secara alami terjadi di alam, sedangkan Cr (0) dan Cr (VI) pada umumnya berasal dari proses industri. Kromium terdapat di alam dalam bentuk batuan. Kromium yang berbentuk mineral digunakan dalam pembuatan baja tahan karat, logam campuran

tahan panas, baja paduan berkekuatan tinggi, untuk plat elektro tahan aus, sebagai campuran pada pigmen kimia, serta pada bahan-bahan yang tahan api atau panas (Widowati *et al.*, 2008:89-91).

### 2.3.2 Sifat Kromium (Cr)

Berdasarkan pada sifat-sifat kimianya, logam Cr dalam persenyawaannya mempunyai bilangan oksidasi +2, +3, dan +6. Logam ini tidak dapat teroksidasi oleh udara yang lembab, dan bahkan pada proses pemanasan cairan logam Cr teroksidasi dalam jumlah yang sangat sedikit sekali. Akan tetapi dalam udara yang mengandung karbondioksida ( $\text{CO}_2$ ) dalam konsentrasi yang tinggi, logam Cr dapat mengalami peristiwa oksidasi dan membentuk  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ . Sedangkan dalam larutan asam klorida (HCl) akan membentuk logam kromium klorida ( $\text{CrCl}_2$ ). Kromium merupakan logam yang sangat mudah bereaksi. Logam ini secara langsung dapat bereaksi dengan nitrogen, karbon, silika, dan boron (Palar, 2004:135). Sesuai dengan tingkat valensinya, logam atau ion-ion kromium yang telah membentuk senyawa, mempunyai sifat-sifat yang berbeda-beda sesuai dengan tingkat ionitasnya. Senyawa yang terbentuk dari ion logam  $\text{Cr}^{2+}$  akan bersifat basa, senyawa yang terbentuk dari ion logam  $\text{Cr}^{3+}$  bersifat amfoter dan senyawa yang terbentuk dari ion logam  $\text{Cr}^{6+}$  akan bersifat asam (Palar, 2004:135).

### 2.3.3 Penggunaan Kromium (Cr)

Kromium telah dimanfaatkan secara luas dalam kehidupan manusia. Logam ini banyak digunakan sebagai bahan pelapis (*plating*) pada bermacam-macam peralatan, mulai dari peralatan rumah tangga sampai ke mobil. Kromium (Cr) juga banyak dibentuk untuk menjadi alloy. Bentuk alloy dari kromium (Cr) sangat banyak dan juga mempunyai fungsi pemakaian yang sangat luas dalam kehidupan (Palar, 2004: 135).

Kromium (Cr) yang digali berasal dari inti kromit ( $\text{FeCr}_2\text{O}_4$ ) inti bumi. Cr diperoleh melalui pemanasan inti bumi yang menghasilkan Cr bercampur Al dan Si. Berikut ini berbagai kegunaan kromium:



- a. Bidang metalurgi untuk mencegah korosi, mengkilatkan logam, antara lain sebagai bahan komponen alloy, *anodized aluminium*, *chrome plating*, dan *wood treatment*. Kromium dalam jumlah kecil digunakan sebagai *water treatment*, katalisator, *safety matches*, *copy machine toner*, *photographic chemical*, *magnetic tapes*, pelapis pada *spare-part* kendaraan bermotor, dan *stainless steel*, yaitu campuran 18% Cr, 8% Ni, sedikit Mn, C, P, S, Si, Fe. Dalam bidang kesehatan, Cr digunakan sebagai bahan pembuatan alat ortopedi, sebagai radio isotop kromium Cr yang bisa menghasilkan sinar gamma untuk penandaan sel darah merah, serta sebagai penjinak sel tumor.
- b. Sebagai pewarna, pencelup, dan cat. Dalam bidang industri kimia, Cr berguna sebagai bahan dasar pembuatan pigmen cat/warna karena Cr mengandung komponen warna merah, kuning, orange, dan hijau. Senyawa Cr (III) oksida sebagai *metal polish*, *enamel painting*, dan *glass staining*, garam Cr memberikan warna hijau zamrud pada gelas.
- c. Sebagai katalisator.
- d. Garam kromium untuk penyamakan kulit
- e. Potasium dikromat sebagai *chemical reagent* untuk mencuci/membersihkan alat gelas laboratorium dan titrating agent. Potasium dikromat sebagai oksidan kuat digunakan untuk mencuci/membersihkan alat gelas laboratorium.
- f. Kromium (IV) oksida ( $\text{CrO}_2$ ) digunakan dalam industri sebagai *magnetic tape* yang lebih dibandingkan Fe oksida.
- g. Sebagai antikorosi pada alat pengeboran sumur berlumpur. Senyawa  $\text{ZnCrO}_4$  atau *zinc yellow* digunakan untuk mencegah korosi pada spare-part pesawat yang menggunakan Al dan Mg.
- h. Cr (0) digunakan untuk pembuatan berbagai macam steel. Cr (VI) dan Cr (III) digunakan untuk *chrome plating*, *dyes*, pigmen dan pengawetan kayu, pengeboran lumpur, tekstil, dan *toner for copying machines*. Pada dasarnya, Cr akan meningkatkan temperatur austenisasi. Pada jenis baja tahan karat dan tahan panas, Cr meningkatkan ketahanan korosi karena Cr bisa membentuk lapisan krom oksida di permukaan baja, meningkatkan kemampuan keras baja,

kekuatan tarik, keangguhan, dan ketahanan abrasi (Widowati *et al.*, 2008:91-93).

#### 2.3.4 Kromium (Cr) di Lingkungan

Logam Cr dapat masuk ke dalam semua strata lingkungan, baik pada strata perairan, tanah ataupun udara (lapisan atmosfer). Kromium yang masuk ke dalam strata lingkungan dapat datang dari bermacam-macam sumber. Tetapi sumber-sumber masukan logam Cr ke dalam strata lingkungan yang umum dan diduga paling banyak adalah dari kegiatan perindustrian, kegiatan rumah tangga dan dari pembakaran serta mobilisasi bahan-bahan bakar. Dalam badan perairan Cr dapat masuk melalui dua cara, yaitu secara alamiah dan non alamiah. Masuknya Cr secara alamiah dapat terjadi disebabkan faktor fisika, seperti erosi (pengikisan) yang terjadi pada batuan mineral. Disamping itu debu-debu dan partikel-partikel Cr yang di udara akan dibawa turun oleh air hujan. Masukan Cr yang terjadi secara non alamiah lebih merupakan dampak atau efek dari aktivitas manusia. Sumber-sumber Cr yang berkaitan dengan aktivitas manusia dapat berupa limbah atau buangan industri sampai buangan rumah tangga (Palar, 1994:137-138).

Dalam badan perairan, terjadi bermacam-macam proses kimia mulai dari proses pengompleksan sampai pada reaksi redoks. Proses kimia tersebut juga terjadi pada logam kromium yang ada di perairan. Proses kimia seperti pengompleksan dan sistem reaksi redoks, dapat mengakibatkan terjadinya pengendapan dan atau sedimentasi logam Cr di dasar perairan. Proses-proses kimiawi yang berlangsung dalam badan perairan juga dapat mengakibatkan terjadinya peristiwa reduksi dari senyawa-senyawa Cr (VI) yang sangat beracun menjadi Cr (III) yang kurang beracun. Peristiwa reduksi Cr (VI) menjadi Cr (III) dapat berlangsung bila badan perairan berada dan atau mempunyai lingkungan yang bersifat asam. Untuk perairan yang berlingkungan basa, ion-ion Cr (III) akan diendapkan di dasar perairan (Palar, 1994:137-138).

### 2.3.5 Manfaat Kromium (Cr) sebagai Mikroelemen Tubuh

Cr (III) merupakan mikronutrien bagi makhluk hidup, tetapi bersifat toksik dalam dosis tinggi. Cr (III) dibutuhkan untuk metabolisme hormon insulin dan pengaturan kadar glukosa darah. Defisiensi Cr (III) bisa menyebabkan hiperglisemia, glukosuria, meningkatnya cadangan lemak tubuh, menurunnya berat badan tubuh, munculnya penyakit kardiovaskuler, menurunnya jumlah sperma, dan menyebabkan infertilitas. *The National Academy of Sciences* menetapkan kebutuhan intake Cr (III) untuk orang dewasa sebesar 50-200 µg/hari. Kebutuhan Cr pada manusia dipengaruhi oleh umur dan kondisi wanita (hamil dan menyusui) (Widowati *et al.*, 2008:99).

Tabel 2. 2 Kebutuhan Cr per Hari Berdasarkan Umur

No	Usia	Kebutuhan Cr/hari (µg)
1	0-6 bulan	0,2
2	7-12 bulan	5,5
3	1-3 tahun	11
4	4-8 tahun	15
5	9-13 tahun	21-25
6	14-50 tahun	24-35
7	Wanita hamil	29-30
8	Ibu menyusui	44-45

Sumber: Hidgon (2003)

### 2.3.6 Efek Toksik Kromium (Cr)

Logam Cr adalah bahan kimia yang bersifat persisten, bioakumulatif, dan toksik yang tinggi serta tidak mampu terurai di dalam lingkungan, sulit diuraikan dan akhirnya diakumulais di dalam tubuh manusia melalui rantai makanan. Cr (VI) pada umumnya 1.000 kali lipat lebih toksik dibandingkan dengan Cr (III). Namun senyawa Cr (III) lebih toksik pada ikan dan binatang air lainnya dibandingkan Cr (VI). LC<sub>50</sub> Cr (III) pada ikan sebesar 2 - 7,5 mg/L, sedangkan LC<sub>50</sub> Cr (VI) sebesar 35 – 75 mg/L. Toksisitas Cr pada ikan dipengaruhi oleh sifat fisika-kimia perairan, yaitu pH, kadar Ca, dan Mg (Widowati *et al.*, 2004:101-106).

Toksistas Cr ditentukan oleh bilangan oksida Cr, paparan Cr (VI) bersifat karsinogenik, dan bisa menyebabkan kanker paru. EPA menggolongkan Cr (VI) yang bersifat karsinogen kelas A pada manusia melalui paparan inhalasi, sedangkan Cr (III) digolongkan sebagai karsinogen kelas D, tetapi tidak spesifik untuk manusia.

a. Efek Toksik terhadap Alat Pencernaan

Toksistas akut Cr melalui alat pencernaan bisa menyebabkan nekrosis tubulus renalis. Para pekerja di lingkungan kerja industri krom menunjukkan tingginya kadar Cr dalam darah, terutama sel darah merah. Cr (VI) bersifat toksik karena memiliki kemampuan mengurangi ketersediaan Cr (III) dan Cr (VI) sehingga membentuk kompleks makromolekul intraseluler. Mencerna makanan yang mengandung kadar Cr (VI) tinggi bisa menyebabkan gangguan pencernaan, berupa sakit lambung, muntah, dan pendarahan, luka pada lambung, konvulsi, kerusakan ginjal, dan hepar, bahkan dapat menyebabkan kematian.

b. Efek Toksik terhadap Alat Pernafasan

Menghirup udara yang mengandung Cr tinggi bisa menyebabkan iritasi hidung, hidung berlendir, pendarahan hidung, dan timbul lubang pada nasal septum. Alat pernapasan merupakan organ target utama dari Cr (VI), baik akut maupun kronis, melalui paparan inhalasi. Gejala toksistas akut Cr (VI) meliputi nafas pendek, batuk-batuk, serta kesulitan bernafas. Sementara, toksistas kronis Cr (VI) menunjukkan beberapa gejala, antara lain gangguan alat pernapasan berupa perforasi dan gangguan pada septum nasal, bronkitis, penurunan fungsi paru-paru, asma, dan *nasal itching*.

c. Efek Toksik terhadap Kulit dan Mata

Paparan Cr melalui kulit dapat berasal dari berbagai produk yang mengandung Cr, seperti kayu yang diawetkan menggunakan kromium dikromat, produk kulit yang diawetkan menggunakan kromium sulfat, serta bahan bangunan, seperti semen dan tekstil. Paparan Cr melalui kulit dapat menyebabkan kemerahan dan pembengkakan pada kulit. Senyawa Cr (VI) bisa menyebabkan iritasi mata, luka pada mata, iritasi kulit, dan membran mukosa (Widowati *et al.*, 2004:101-106).

## 2.4 Ampas Kopi

Ampas kopi merupakan sisa padat dari seduhan kopi. Ampas kopi merupakan bahan organik yang dapat dibuat menjadi arang aktif untuk digunakan sebagai adsorben atau bahan penyerap. Bahan baku yang berasal dari hewan, tumbuh-tumbuhan, limbah ataupun mineral yang mengandung karbon dapat dibuat menjadi arang aktif (Sembiring dan Sinaga, 2003).

Tabel 2. 3 Komposisi Ampas Kopi

No	Parameter	Kandungan (%)
1	Total karbon	47,8-58,9
2	Total nitrogen	1,9-2,3
3	Protein	6,7-13,6
4	Abu	0,43-1,6
5	Selulosa	8,6
6	Total lignin	-

Sumber: Caetano (2012)

## 2.5 Arang Aktif

### 2.5.1 Definisi Arang dan Arang Aktif

Arang adalah suatu padatan berpori yang mengandung 85-95% karbon, dihasilkan dari bahan-bahan yang mengandung karbon dengan pemanasan pada suhu tinggi. Pada saat proses pemanasan berlangsung, diusahakan agar tidak terjadi kebocoran udara di dalam ruangan pemanasan sehingga bahan yang mengandung karbon tersebut hanya terkarbonisasi dan tidak teroksidasi (Sembiring dan Sinaga, 2003).

Pada umumnya arang digunakan sebagai bahan bakar, akan tetapi arang juga dapat digunakan sebagai bahan penyerap (adsorben). Kapasitas adsorpsi menggunakan arang dapat ditingkatkan dengan aktivasi dengan melakukan pemanasan pada temperatur yang tinggi dan penambahan larutan kimia. Sehingga arang akan mengalami perubahan fisika dan kimia yang disebut arang aktif. Arang aktif merupakan senyawa karbon amorph yang dapat dihasilkan dari bahan-bahan yang mengandung karbon atau dari arang yang diperlakukan secara khusus untuk mendapatkan permukaan yang lebih luas. Semakin luas permukaan arang aktif, maka daya adsorpsinya semakin tinggi. Luas permukaan arang aktif berkisar

antara 300-3500 m<sup>2</sup>/g sehingga sangat efektif dalam menangkap partikel-partikel yang sangat halus berukuran 0,01-0,0000001 mm (Sembiring dan Sinaga, 2003).

### 2.5.2 Proses Pembuatan Arang Aktif

Ada dua cara pembuatan arang aktif yaitu dengan bahan baku arang dan bahan baku aslinya seperti kayu, tempurung kelapa, serbuk gergaji dan lain-lain. Kedua cara tersebut tidak banyak berbeda, hanya pada penggunaan bahan baku arang langsung dilakukan proses pengaktifan menggunakan uap panas yang terlebih dahulu arang tersebut direndam dalam bahan kimia. Pada cara kedua, perendaman bahan baku dalam bahan kimia dilakukan sebelum proses karbonisasi atau pengarangan, kemudian dilanjutkan dengan pengaktifan. Pembuatan arang aktif terdiri dari 3 tahap (Sembiring dan Sinaga, 2003):

#### a. Proses Dehidrasi

Proses ini dilakukan dengan memanaskan bahan baku dengan tujuan untuk menguapkan seluruh kandungan air dan menurunkan kelembaban pada bahan baku. Produk yang dihasilkan pada proses dehidrasi adalah bahan baku yang kering karena kandungan airnya sudah menguap.

#### b. Proses Karbonasi

Pada prinsipnya proses karbonasi adalah mengeliminir unsur-unsur hidrogen serta oksigen yang terikat dalam bahan baku sehingga tinggal karbonnya saja yang merupakan unsur dominan. Proses karbonasi akan menghasilkan 3 komponen pokok, yaitu karbon atau arang, tar, dan gas. Untuk memperoleh karbon aktif yang baik perlu adanya pengaturan dan pengontrolan selama proses karbonasi yaitu temperatur dan lama karbonasi. Pada tahap karbonasi akan menghasilkan karbon yang mempunyai struktur pori lemah, karena struktur kristalnya tidak beraturan sehingga terdapat rongga yang masih terisi oleh unsur-unsur penyusun bahan baku. Unsur-unsur tersebut yang dapat menutupi pori-pori sehingga kemampuan adsorpsinya rendah. Oleh karena itu arang masih memerlukan perbaikan struktur pori melalui proses aktivasi.

### c. Proses Aktivasi

Proses aktivasi adalah perlakuan terhadap arang yang bertujuan untuk memperbesar pori yaitu dengan memecahkan ikatan hidrokarbon sehingga arang mengalami perubahan fisika maupun kimia yaitu luas permukaan bertambah luas dan berpengaruh terhadap adsorpsi. Proses aktivasi terdapat dua macam yaitu aktivasi kimia dan aktivasi fisika. Pada proses aktivasi kimia digunakan zat-zat kimia. Pada proses aktivasi fisika dilakukan dengan mengalirkan uap atau udara ke dalam reaktor pada suhu tinggi. Proses aktivasi pada dasarnya bertujuan untuk menghilangkan unsur-unsur hidrogen serta oksigen ataupun zat-zat dalam pori sehingga hanya terdapat karbon yang merupakan unsur dominan dalam arang.

## 2.6 Adsorpsi

### 2.6.1 Definisi Adsorpsi

Adsorpsi adalah proses dimana satu atau lebih unsur-unsur pokok dari suatu larutan fluida akan lebih terkonsentrasi pada permukaan suatu padatan tertentu (adsorben). Dengan cara adsorpsi, komponen-komponen dari suatu larutan, baik itu dari larutan gas maupun cairan, dapat dipisahkan satu sama lain (Treyball, 1980). Adsorpsi (penyerapan) adalah suatu proses pemisahan dimana komponen dari suatu fase fluida berpindah ke permukaan zat padat yang menyerap (adsorben). Biasanya partikel-partikel kecil zat penyerap dilepaskan pada adsorpsi kimia yang merupakan ikatan kuat antara penyerap dan zat yang diserap sehingga tidak mungkin terjadi proses yang bolak-balik. Penyerapan adsorben dipengaruhi oleh volume yang digunakan dan luas permukaan spesifik. Karakteristik adsorben yang dibutuhkan untuk adsorpsi yang baik adalah:

#### a. Luas permukaan adsorben

Semakin besar luas permukaan maka semakin besar pula daya adsorpsinya, karena proses adsorpsi terjadi pada permukaan adsorben.

#### b. Tidak ada perubahan volume yang berarti selama proses adsorpsi dan desorpsi.

#### c. Kemurnian adsorben

Adsorben yang memiliki tingkat kemurnian tinggi, daya adsorpsinya lebih baik.

d. Jenis/gugus fungsi atom yang ada pada permukaan adsorben

Sifat-sifat atom di permukaan berkaitan dengan interaksi molekuler antara adsorbat dan adsorben yang lebih besar pada adsorbat tertentu.

### 2.6.2 Macam-Macam Adsorben yang Umum Digunakan

Pada dasarnya adsorben dibagi menjadi tiga yaitu (Saragih, 2008):

- a. Adsorben yang mengadsorpsi secara fisik (karbon aktif, silika gel, dan zeolit)
- b. Adsorben yang mengadsorpsi secara kimia (*calcium chloride*, *metal hydride*, dan *complex salts*)
- c. *Composite adsorbent* yaitu adsorben yang mengadsorpsi secara fisika dan kimia

Ada tiga jenis adsorben yang umum digunakan yaitu (Saragih, 2008):

a. Silika gel

Silika gel cenderung mengikat adsorbat dengan energi yang relatif lebih kecil dan membutuhkan temperatur yang rendah untuk proses desorpsinya, dibandingkan jika menggunakan adsorben lain seperti karbon aktif atau zeolit. Kemampuan desorpsi silika gel meningkat dengan meningkatnya temperatur. Silika gel terbuat dari silika dengan ikatan kimia mengandung air kurang lebih 5%. Pada umumnya temperatur kerja silika gel sampai 200°C, jika dioperasikan lebih dari batas temperatur kerjanya maka kandungan air dalam silika gel akan hilang dan menyebabkan kemampuan adsorpsinya hilang.

b. Karbon aktif

Karbon aktif dapat dibuat dari batu bara, kayu, dan tempurung kelapa melalui proses *pyrolizing* dan *carburizing* pada temperatur 700 sampai 800°C. Hampir semua adsorbat dapat diserap oleh karbon aktif kecuali air. Karbon aktif dapat ditemukan dalam bentuk bubuk dan granular. Pada umumnya karbon aktif dapat mengadsorpsi metanol atau amonia sampai dengan 30%, bahkan karbon aktif super dapat mengadsorpsi sampai dua kalinya.

c. Zeolit

Zeolit mengandung kristal zeolit yaitu mineral aluminosilicate yang disebut sebagai penyaring molekul. Mineral aluminosilicate ini terbentuk secara



alami. Zeolit buatan dibuat dan dikembangkan untuk tujuan khusus, diantaranya 4A, 5A, 10X, dan 13X yang memiliki volume rongga antara 0,05 sampai 0,30 cm<sup>3</sup>/gram dan dapat dipanaskan sampai 500°C tanpa harus kehilangan kemampuan adsorpsi dan regenerasinya.

Faktor-faktor yang mempengaruhi proses adsorpsi (Prawira, 2008):

a. *Agitation* (pengadukan)

Tingkat adsorpsi dikontrol baik oleh difusi film maupun difusi pori, tergantung pada tingkat pengadukan pada sistem.

b. Karakteristik adsorban (karbon aktif)

Ukuran partikel dan luas permukaan merupakan karakteristik penting karbon aktif sesuai dengan fungsinya sebagai adsorban. Ukuran partikel karbon mempengaruhi tingkat adsorpsi, tingkat adsorpsi naik dengan adanya penurunan ukuran partikel. Oleh karena itu adsorpsi menggunakan karbon PAC (*Powdered Activated Carbon*) lebih cepat dibandingkan dengan menggunakan karbon GAC (*Granular Activated Carbon*). Kapasitas total adsorpsi karbon tergantung pada luas permukaannya. Ukuran partikel karbon tidak mempengaruhi luas permukaannya. Oleh sebab itu GAC (*Granular Activated Carbon*) atau PAC (*Powdered Activated Carbon*) dengan berat yang sama memiliki kapasitas adsorpsi yang sama.

c. Kelarutan adsorbat

Senyawa terlarut memiliki gaya tarik-menarik yang kuat terhadap pelarutnya sehingga lebih sulit diadsorpsi dibandingkan senyawa tidak larut.

d. Ukuran molekul adsorbat

Tingkat adsorpsi pada *aliphatic*, *aldehyde*, atau alkohol biasanya naik diikuti dengan kenaikan ukuran molekul. Hal ini dapat dijelaskan dengan kenyataan bahwa gaya tarik antara karbon dan molekul akan semakin besar ketika ukuran molekul semakin mendekati ukuran pori karbon. Tingkat adsorpsi tertinggi terjadi jika pori karbon cukup besar untuk dilewati oleh molekul.

e. pH

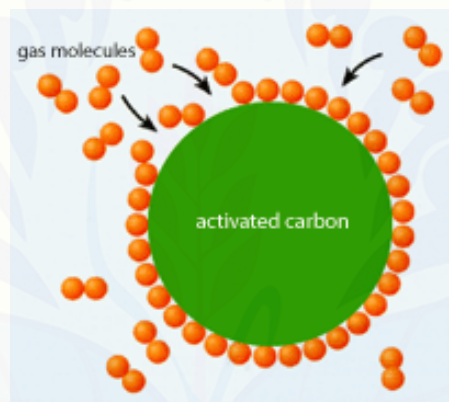
Asam organik lebih mudah teradsorpsi pada pH rendah, sedangkan adsorpsi basa organik efektif pada pH tinggi.

f. Temperatur

Tingkat adsorpsi naik diikuti dengan kenaikan temperatur dan turun diikuti dengan penurunan temperatur.

### 2.6.3 Proses Adsorpsi

Proses adsorpsi digambarkan sebagai proses molekul meninggalkan larutan dan menempel pada permukaan zat penyerap akibat ikatan fisika dan kimia. Adsorpsi dalam air limbah sering mengikuti proses biologis untuk menyisihkan bahan-bahan yang tidak tersisihkan oleh proses biologis, misalnya bahan organik non-biodegradabel. Adsorpsi sering dikelompokkan sebagai pengolahan tersier (Masduqi dan Slamet, 2000).

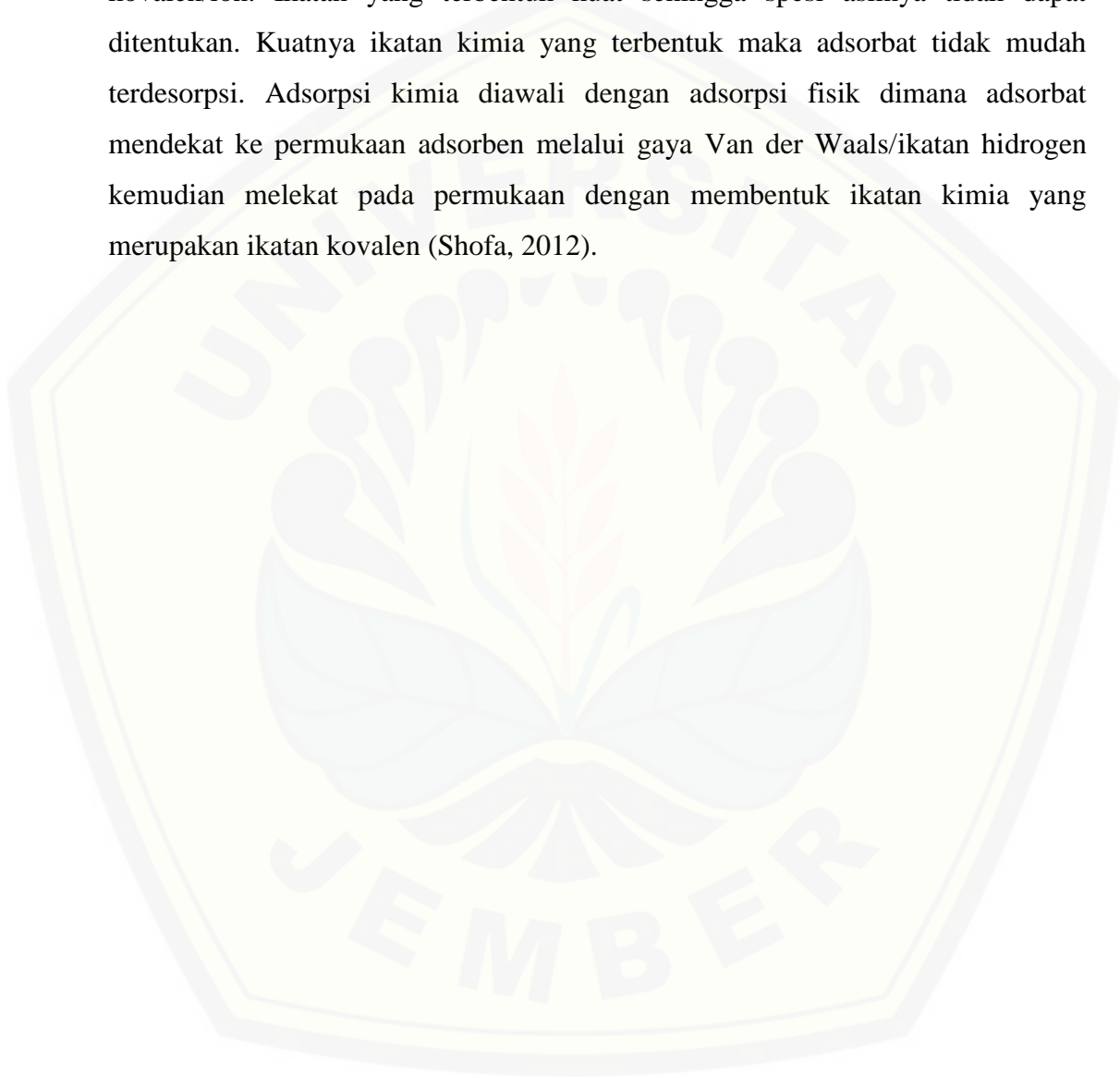


Gambar 2. 6 Proses Adsorpsi (Sumber: Anonim, 2013)

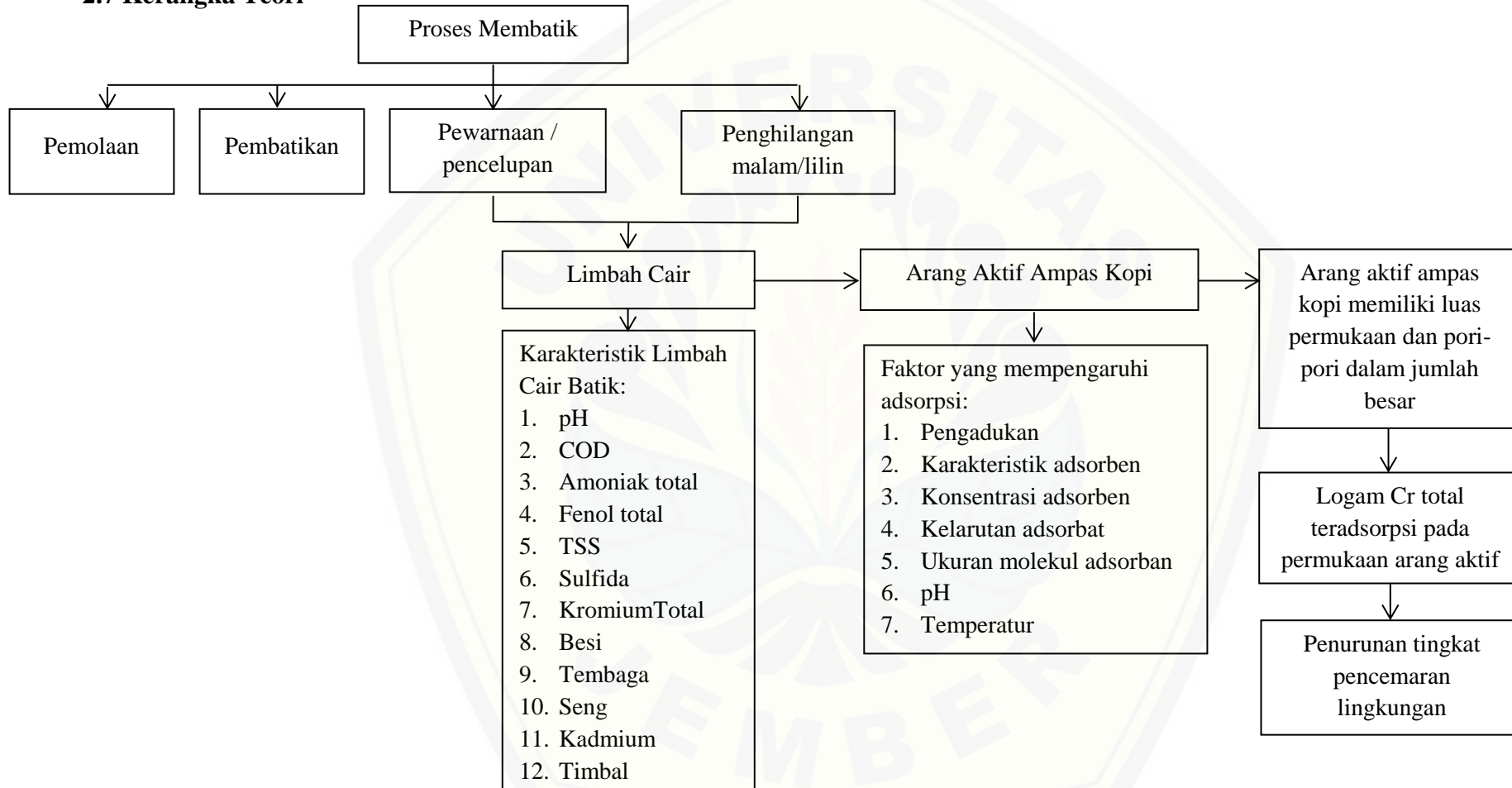
Adsorpsi secara fisika terjadi apabila gaya intermolekuler lebih besar dari gaya tarik antar molekul atau gaya tarik menarik yang relatif lemah antara adsorbat dengan permukaan adsorben. Gaya tersebut adalah gaya Van Der Waals, sehingga adsorbat dapat bergerak dari suatu bagian permukaan ke bagian permukaan lain dari adsorben (Sukardjo, 1997). Atom pada permukaan zat padat seperti karbon aktif memiliki gaya tidak seimbang dibandingkan dengan susunan atom pada zat padat secara umum, sehingga untuk memenuhi ketidakseimbangan permukaan karbon aktif akan menarik molekul asing. Adsorbat (ion logam) membentuk sebuah lapisan tunggal (monolayer) pada permukaan adsorban. Ion logam berdifusi menuju pori-pori karbon aktif karena adanya perbedaan

konsentrasi adsorbat yang terdapat pada larutan dengan pori-pori karbon (Manocha, 2003:335-348).

Adsorpsi kimia terjadi karena adanya ikatan kimia yang terbentuk antara molekul adsorbat dengan permukaan adsorben. Ikatan kimia dapat berupa ikatan kovalen/ion. Ikatan yang terbentuk kuat sehingga spesi aslinya tidak dapat ditentukan. Kuatnya ikatan kimia yang terbentuk maka adsorbat tidak mudah terdesorpsi. Adsorpsi kimia diawali dengan adsorpsi fisik dimana adsorbat mendekati ke permukaan adsorben melalui gaya Van der Waals/ikatan hidrogen kemudian melekat pada permukaan dengan membentuk ikatan kimia yang merupakan ikatan kovalen (Shofa, 2012).



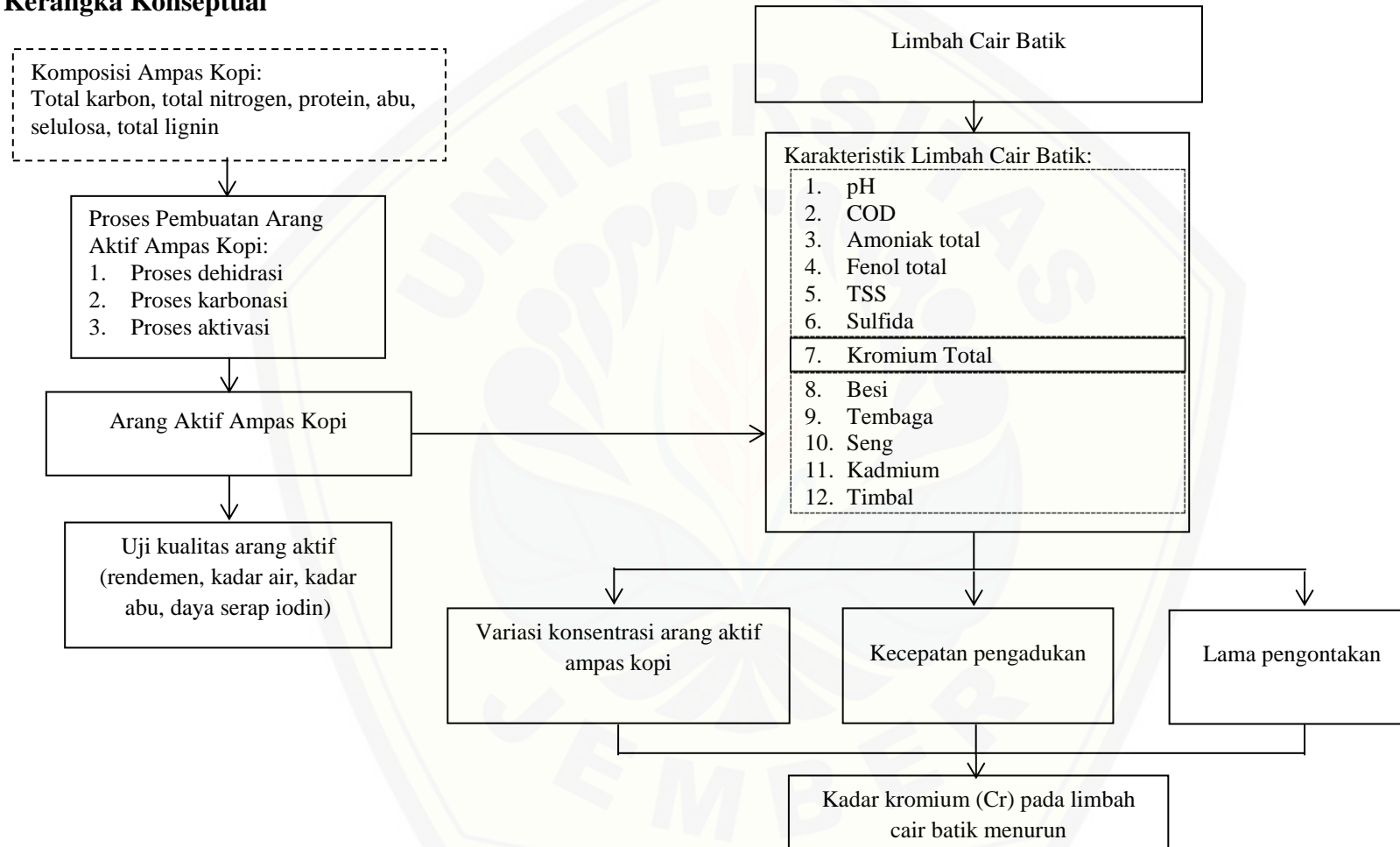
2.7 Kerangka Teori



Gambar 2. 7 Kerangka Teori

Sumber : Agustina *et al.*, (2011), Arivoli *et al.*, (2009), Prawira (2008), Muna (2011)

2.8 Kerangka Konseptual



Gambar 2. 8 Kerangka Konsep

Keterangan:  : Variabel yang diteliti

: Variabel yang tidak diteliti

Proses pembuatan batik secara garis besar terdiri dari pemolaan, pembatikan tulis, pewarnaan/pencelupan, pelodoran/penghilangan lilin, dan penyempurnaan. Proses produksi batik banyak menggunakan air sehingga menghasilkan limbah cair sebanyak 80% dari jumlah air yang digunakan (Hernayanti dan Proklamasiningsih, 2004). Pada proses pewarnaan/pencelupan akan menghasilkan limbah cair yang berwarna keruh dan pekat. Limbah cair yang dihasilkan langsung dibuang ke lingkungan tanpa pengolahan terlebih dahulu. Limbah cair batik yang dihasilkan dari proses pewarnaan mengandung senyawa organik (BOD, COD, TSS dan pH) yang bersifat *non biodegradable* sehingga mengakibatkan pencemaran lingkungan terutama lingkungan perairan (Suprihatin, 2014). Selain itu berdasarkan penelitian Nurdalia (2006), limbah cair batik mengandung logam berat yang berbahaya diantaranya Zn, Cd, Cu, Cr dan Pb. Menurut Caetano (2012:267-272), kandungan ampas kopi meliputi total karbon sebesar 47,8-58,9%, total nitrogen sebesar 1,9-2,3%, abu sebesar 0,43-1,6%, dan selulosa 8,6%. Bahan baku yang berasal dari bahan organik dapat dibuat menjadi arang aktif karena bahan baku tersebut mengandung karbon. Dengan adanya pemberian arang aktif ampas kopi pada limbah cair batik maka kemungkinan dapat mengatasi pencemaran krom (Cr) di lingkungan.

## 2.9 Hipotesis Penelitian

Berdasarkan latar belakang, tinjauan pustaka, dan kerangka konseptual, hipotesis penelitian ini adalah:

- a. Terdapat perbedaan kadar kromium total (Cr) pada kelompok kontrol dengan limbah cair batik yang diberi perlakuan penambahan konsentrasi arang aktif ampas kopi 0,5 gr/500 ml dan diaduk selama 20 menit.
- b. Terdapat perbedaan kadar kromium total (Cr) pada kelompok kontrol dengan limbah cair batik yang diberi perlakuan penambahan konsentrasi arang aktif ampas kopi 1 gr/500 ml dan diaduk selama 20 menit.
- c. Terdapat perbedaan kadar kromium total (Cr) pada kelompok kontrol dengan limbah cair batik yang diberi perlakuan penambahan konsentrasi arang aktif ampas kopi 2 gr/500 ml dan diaduk selama 20 menit.

- d. Terdapat perbedaan kadar kromium total (Cr) dalam limbah cair batik yang tidak diberi arang aktif ampas kopi dengan limbah cair batik yang diberi perlakuan penambahan konsentrasi arang aktif ampas kopi 0,5 gr/500 ml, 1 gr/500 ml, dan 2 gr/500 ml dan diaduk selama 20 menit.



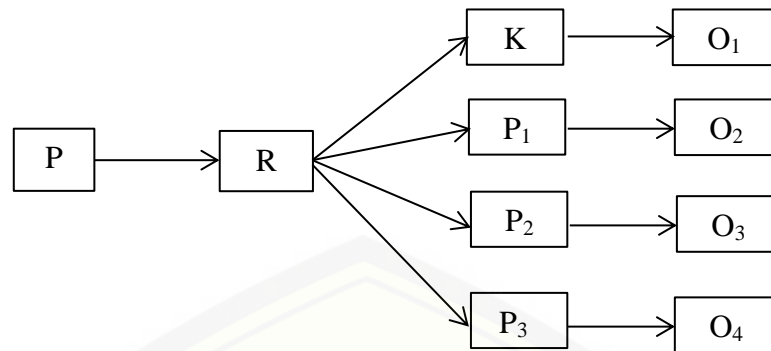
### BAB 3. METODE PENELITIAN

#### 3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimen, yaitu kegiatan percobaan (*experiment*), yang bertujuan untuk mengetahui suatu gejala atau pengaruh yang timbul, sebagai akibat dari adanya perlakuan tertentu. Ciri khusus dari penelitian eksperimen adalah adanya percobaan atau *trial*. Percobaan itu berupa perlakuan atau intervensi terhadap suatu variabel. Dari perlakuan tersebut diharapkan terjadi perubahan atau pengaruh terhadap variabel yang lain (Notoatmodjo, 2005:156).

Desain penelitian ini adalah *True Experimental* dengan bentuk *Posttest Only Control Group Design*. Ciri utama dari *true experimental* adalah bahwa sampel yang digunakan untuk eksperimen maupun sebagai kelompok kontrol diambil secara random dari populasi tertentu (Notoatmodjo, 2005:167). Dalam bentuk *Posttest Only Control Group Design* ini terdapat 4 kelompok diantaranya kelompok pertama yaitu limbah cair batik tanpa perlakuan yang disebut kelompok kontrol (K), kelompok kedua yaitu limbah cair batik diberi perlakuan arang aktif ampas kopi sebanyak 0,5 gr/500 ml ( $P_1$ ), kelompok ketiga yaitu limbah cair batik diberi perlakuan arang aktif ampas kopi sebanyak 1 gr/500 ml ( $P_2$ ), dan kelompok keempat yaitu limbah cair batik diberi perlakuan arang aktif ampas kopi sebanyak 2 gr/500 ml ( $P_3$ ). Setelah pemberian perlakuan ( $P_1$ ,  $P_2$ , dan  $P_3$ ) dan diaduk menggunakan *magnetic stirrer* dengan kecepatan 400 rpm selama 20 menit, limbah cair kemudian diperiksa kadar kromium total (Cr) menggunakan Spektro Pharo 100.





Gambar 3.1 Rancangan Penelitian

Keterangan:

P : Populasi

R : Random

K : Limbah cair batik yang tidak diberi perlakuan

P<sub>1</sub> : Limbah cair batik yang diberi arang aktif ampas kopi 0,5 gr/500 ml dan diaduk dengan kecepatan 400 rpm selama 20 menit

P<sub>2</sub> : Limbah cair batik yang diberi arang aktif ampas kopi 1 gr/500 ml dan diaduk dengan kecepatan 400 rpm selama 20 menit

P<sub>3</sub> : Limbah cair batik yang diberi arang aktif ampas kopi 2 gr/500 ml dan diaduk dengan kecepatan 400 rpm selama 20 menit

O<sub>1,2,3,4</sub> : observasi

Penentuan banyaknya pengulangan untuk setiap perlakuan yang akan dilakukan dalam penelitian ini diperoleh berdasarkan rumus pengulangan untuk desain RAL (Rancangan Acak Lengkap) yaitu dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Hanafiah, 2005:12):

$$\begin{aligned}
 (t-1)(r-1) &\geq 15 \\
 (4-1)(r-1) &\geq 15 \\
 3(r-1) &\geq 15 \\
 3r-3 &\geq 15 \\
 3r &\geq 18 \\
 R &\geq 6
 \end{aligned}$$

Keterangan:

t : perlakuan/treatment, yaitu = 4

r : pengulangan/replikasi

15 : faktor nilai derajat kebebasan

Diketahui nilai  $r$  adalah 6, artinya setiap perlakuan mendapat 6 kali pengulangan/replikasi. Sehingga jumlah sampel yang dibutuhkan dalam pengulangan/replikasi ditetapkan dengan rumus:

$$\begin{aligned} \text{Total replikasi} &= r \times t \\ &= 6 \times 4 \\ &= 24 \end{aligned}$$

Jumlah pengulangan/replikasi dari empat perlakuan adalah 24 pengulangan/replikasi. Jadi, jumlah sampel pada penelitian ini adalah 24 sampel. Selanjutnya dibuat tabel dengan rumus  $r \times t$  untuk menentukan RAL, sebagai berikut:

Tabel 3. 1 Tata Letak RAL Penelitian

Kontrol (tanpa perlakuan)	Perlakuan 1 (0,5 gr/500 ml)	Perlakuan 2 (1 gr/500 ml)	Perlakuan 3 (2 gr/500 ml)
K1	P <sub>11</sub>	P <sub>21</sub>	P <sub>31</sub>
K2	P <sub>12</sub>	P <sub>22</sub>	P <sub>32</sub>
K3	P <sub>13</sub>	P <sub>23</sub>	P <sub>33</sub>
K4	P <sub>14</sub>	P <sub>24</sub>	P <sub>34</sub>
K5	P <sub>15</sub>	P <sub>25</sub>	P <sub>35</sub>
K6	P <sub>16</sub>	P <sub>26</sub>	P <sub>36</sub>

### 3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

#### 3.2.1 Tempat Penelitian

Tempat penelitian dilakukan di beberapa tempat yaitu untuk pembelian bubuk kopi di Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Jember, pengambilan sampel limbah cair batik dilakukan di sentra industri batik UD. Pakem Sari, sedangkan untuk pembuatan arang aktif ampas kopi dilakukan di Laboratorium Biosain Politeknik Negeri Jember, pengontakan arang aktif ampas kopi ke dalam limbah cair batik di Laboratorium Farmasetika Fakultas Farmasi Universitas Jember dan pengujian kadar Cr pada sampel dilakukan di UPT Laboratorium Kesehatan Daerah, Kabupaten Jember.

#### 3.2.2 Waktu Penelitian

Waktu penelitian dilakukan pada bulan Desember 2015-Okttober 2016.

### 3.3 Objek Penelitian

#### 3.3.1 Populasi Penelitian

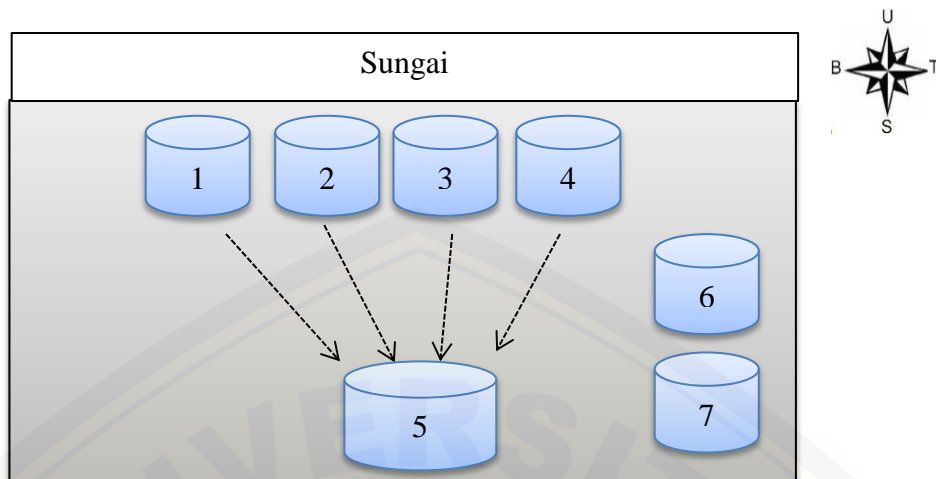
Populasi adalah wilayah generalisasi yang terdiri atas obyek atau subyek yang mempunyai kualitas dan karakteristik tertentu yang telah ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari dan kemudian ditarik kesimpulannya (Sugiyono, 2009:80). Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh limbah cair batik produksi rata-rata yang dihasilkan dari proses pewarnaan/pencelupan di industri batik UD. Pakem Sari, Desa Sumberpakem, Kecamatan Sumberjambe Kabupaten Jember.

#### 3.3.2 Sampel Penelitian

Sampel adalah sebagian dari jumlah dan karakteristik yang dimiliki oleh populasi (Sugiyono, 2009:81). Sampel dalam penelitian ini adalah limbah cair batik sebanyak 24 sampel yang dibagi menjadi empat kelompok, yaitu kelompok kontrol (K) dan tiga kelompok perlakuan ( $P_1$ ,  $P_2$ , dan  $P_3$ ). Kelompok pertama yaitu limbah cair batik tanpa perlakuan yang disebut kelompok kontrol (K) sebanyak 6 sampel, kelompok kedua yaitu limbah cair batik diberi perlakuan arang aktif ampas kopi 0,5 gr/500 ml ( $P_1$ ) sebanyak 6 sampel, kelompok ketiga yaitu limbah cair batik diberi perlakuan arang aktif ampas kopi 1 gr/500 ml ( $P_2$ ) sebanyak 6 sampel, dan kelompok keempat yaitu limbah cair batik diberi perlakuan arang aktif ampas kopi 2 gr/500 ml ( $P_3$ ) sebanyak 6 sampel.

#### 3.3.3 Teknik Pengambilan Sampel

Teknik pengambilan sampel dalam penelitian ini adalah *grab sample*, yaitu air limbah yang diambil sesaat pada satu lokasi tertentu. Pengambilan sampel dalam penelitian yaitu air limbah yang berasal dari proses pewarnaan/pencelupan karena sebagian besar kandungan kromium (Cr) terdapat pada proses pewarnaan/pencelupan (Nurdalia, 2006). Sampel pada penelitian ini diambil saat sebelum limbah cair masuk ke saluran pembuangan.



Gambar 3. 1 Denah Pembuangan Limbah Cair Batik

Keterangan:

- 1,2,3,dan 4 : bak pencelupan/pewarnaan dengan volume masing-masing 20 L  
 5 : bak pencampuran limbah cair batik (pengambilan sampel) dengan volume 100 L  
 6 dan 7 : bak penghilangan malam dengan volume masing-masing 20 L

### 3.4 Variabel dan Definisi Operasional

#### 3.4.1 Variabel Penelitian

Variabel penelitian adalah suatu atribut atau sifat atau nilai dari orang, obyek atau kegiatan yang mempunyai variasi tertentu yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari dan kemudian ditarik kesimpulannya (Sugiyono, 2009:39). Variabel yang digunakan dalam penelitian ini yaitu:

##### a. Variabel Terikat

Variabel terikat merupakan variabel yang dipengaruhi atau yang menjadi akibat, karena adanya variabel bebas (Sugiyono, 2012:39). Variabel terikat dalam penelitian ini adalah kadar kromium total (Cr) pada limbah cair batik.

##### b. Variabel Bebas

Variabel bebas adalah variabel yang mempengaruhi atau yang menjadi sebab perubahannya atau timbulnya variabel terikat (Sugiyono, 2012:39). Variabel bebas dalam penelitian ini adalah arang aktif ampas kopi dengan kadar 0,5 gr, 1 gr, dan 2 gr.

### 3.4.2 Variabel Penelitian dan Definisi Operasional

Definisi operasional dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

No	Variabel Penelitian	Definisi Operasional	Skala Data	Cara Pengukuran	Satuan
1	Kadar kromium total (Cr)	Jumlah berat dalam gr/l logam Cr dalam limbah cair batik setelah mengalami perlakuan penelitian	Rasio	Uji Laboratorium menggunakan Spektro Pharo 100	mg/l
2	Limbah cair batik	Limbah cair yang dihasilkan dari proses pembuatan batik yaitu pewarnaan/pencelupan	Rasio	Observasi	L
3	Arang aktif ampas kopi	Suatu bahan padat berpori dan merupakan hasil pembakaran tidak sempurna dari ampas kopi yang mengandung karbon digunakan sebagai bahan penyerap Cr dengan kadar 0,5 gr, 1 gr, dan 2 gr.	Rasio	Timbangan	g

## 3.5 Prosedur Kerja

### 3.5.1 Alat dan Bahan Penelitian

a. Alat yang digunakan dalam proses pembuatan arang aktif adalah:

- 1) Oven
- 2) *Muffle furnace*
- 3) Ayakan 100 mesh
- 4) Timbangan
- 5) Grinding
- 6) *Beaker glass* 1 L
- 7) Pengaduk
- 8) *Corong buchner*
- 9) Desikator
- 10) Cawan porselin
- 11) Kertas saring

- 12) Botol winkler
- b. Alat yang digunakan dalam proses perlakuan arang aktif ampas kopi ke dalam limbah cair batik
  - 1) 24 *beaker glass* 1 L
  - 2) *Magnetic stirrer*
  - 3) *Stopwatch*
  - 4) Jerigen 15 L
- c. Alat yang digunakan dalam uji kadar Cr pada limbah cair batik
  - 1) *Beaker glass*
  - 2) Tabung reaksi dan tutupnya
  - 3) Pipet 5 ml
  - 4) Bulb
  - 5) Kuvet
  - 6) Spektro Pharo 100
  - 7) *Stopwatch*
- d. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:
  - 1) Arang aktif ampas kopi 21 gram
  - 2) Limbah cair batik 12 L
  - 3) Alumunium foil
  - 4) HCl 0,1 M 50 mL
  - 5) Iodium 0,1 N
  - 6) Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,1 N
  - 7) Kertas pH
  - 8) Aquadest
  - 9) Reagen Cr-1
  - 10) Reagen Cr-2

### 3.5.2 Cara Kerja Penelitian

- a. Cara pembuatan arang aktif ampas kopi:
  - 1) Preparasi Arang Ampas Kopi (Rizki *et al.*, 2015).

- (1) Bubuk kopi diseduh dengan air panas dan didiamkan selama 6 jam kemudian disaring untuk mendapat ampas kopi.
  - (2) Ampas kopi dikeringkan dibawah terik matahari selama 1 hari.
  - (3) Ampas kopi dioven pada suhu 105°C selama 5 jam untuk menghilangkan kadar air.
  - (4) Ampas kopi dikarbonasi ke dalam *muffle furnace* pada suhu 450°C selama 45 menit untuk proses pengarangan ampas kopi.
  - (5) Arang ampas kopi didinginkan ke dalam desikator
  - (6) Arang ampas kopi dihaluskan dengan grinding kemudian diayak dengan ayakan 100 mesh untuk menghasilkan ukuran yang sama
- 2) Aktivasi Arang Ampas Kopi (Irmanto *et al.*, 2010)
- (1) Arang ampas kopi sebanyak 150 gram direndam dalam larutan HCl 0,1 M sebanyak 500 ml selama 48 jam
  - (2) Arang mpas kopi disaring menggunakan corong *buchner*
  - (3) Arang ampas kopi dicuci dengan aquadest hingga netral
  - (4) Arang ampas kopi yang telah diaktivasi dibungkus dengan alumunium foil agar tidak bercecer
  - (5) Arang aktif ampas kopi dioven pada suhu 110°C selama 3 jam untuk mengurangi kadar airnya.
  - (6) Arang aktif ampas kopi didinginkan dan disimpan dalam desikator

b. Uji kualitas arang aktif ampas kopi (SNI No. 06-3730-1995)

1) Rendemen

Penetapan rendemen arang aktif bertujuan untuk mengetahui jumlah arang aktif yang dihasilkan setelah melalui proses karbonisasi (Pujiarti dan Gentur, 2005). Rendemen arang aktif dihitung dengan cara membandingkan antara bobot bahan baku dengan bobot arang aktif setelah karbonisasi.

$$\text{Rendemen (\%)} = \frac{\text{berat arang yang dihasilkan (g)}}{\text{berat sampel yang diarangkan (g)}} \times 100\%$$

## 2) Kadar air

Penetapan kadar air bertujuan untuk mengetahui sifat higroskopis arang aktif. Arang aktif sebanyak 2 gram dimasukkan ke dalam cawan porselin yang telah diketahui bobotnya. Cawan dimasukkan ke dalam oven pada suhu 105°C selama 3 jam kemudian didinginkan dalam desikator dan ditimbang.

$$\text{Kadar air} = \frac{(a-b)}{a} \times 100\%$$

Keterangan:

a = berat karbon awal (g)

b = berat karbon kering (g)

Kadar air maksimal dalam karbon aktif menurut SNI No. 06-3730-1995 yaitu sebesar 15%.

## 3) Kadar abu

Penetapan kadar abu arang aktif bertujuan untuk mengetahui kandungan oksida logam dalam arang aktif. Arang aktif sebanyak 1 gram dimasukkan ke dalam cawan yang telah diketahui bobotnya. Cawan dimasukkan ke dalam *muffle furnace* pada suhu 650°C selama 2 jam kemudian didinginkan dalam desikator dan ditimbang.

$$\text{Kadar abu} = \frac{a}{b} \times 100\%$$

Keterangan:

a = berat abu (g)

b = berat karbon kering awal (g)

Kadar air maksimal dalam karbon aktif menurut SNI No. 06-3730-1995 yaitu sebesar 10%.

## 4) Daya serap terhadap iodium

Uji iod merupakan parameter untuk mengetahui kemampuan arang aktif dalam menyerap molekul-molekul dengan berat molekul kecil dan zat dalam fasa cair. Semakin tinggi angka iod maka semakin baik arang aktif dalam menyerap



molekul yang kecil atau zat dalam fasa cair (Cheremissinoff, 1987). Arang aktif sebanyak 0,5 gram dimasukkan ke dalam tempat berwarna gelap dan tertutup. Larutan iodium 0,1 N sebanyak 50 ml dimasukkan ke dalam wadah kemudian dikocok selama 15 menit lalu disaring. Sebanyak 10 mL filtrat dititiasi dengan larutan natrium tiosulfat 0,1 N. Jika warna kuning larutan hampir hilang, ditambahkan indikator amilum 1%. Titrasi dilanjutkan sampai warna biru tepat hilang.

$$\text{Daya serap iod } \left( \frac{\text{mg}}{\text{g}} \right) = \frac{10 - \frac{(N \times V)}{0,1}}{s} \times 12,69 \times 5$$

Keterangan:

V = larutan natrium tiosulfat yang diperlukan

N = normalitas larutan natrium tiosulfat

s = berat karbon (g)

12,69 = jumlah iod yang sesuai dengan 1 ml larutan natrium tiosulfat 0,1 N

Daya serap iod minimum dalam karbon aktif menurut SNI No. 06-3730-1995 yaitu 750 mg/g.

c. Prosedur Perlakuan Arang Aktif Ampas Kopi pada Limbah Cair Batik

- 1) Arang aktif ampas kopi dengan variasi kadar pada masing-masing kelompok perlakuan yaitu 0,5 gr, 1 gr, dan 2 gr dimasukkan ke dalam *beaker glass* yang telah berisi limbah cair batik masing-masing sebanyak 500 ml.
- 2) Limbah cair bersama arang aktif ampas kopi diaduk dengan kecepatan 400 rpm menggunakan *magnetic stirrer* selama 20 menit (Rizky *et al.*, 2015).
- 3) Limbah cair bersama arang aktif didiamkan hingga 15 menit, kemudian disaring menggunakan kertas saring.

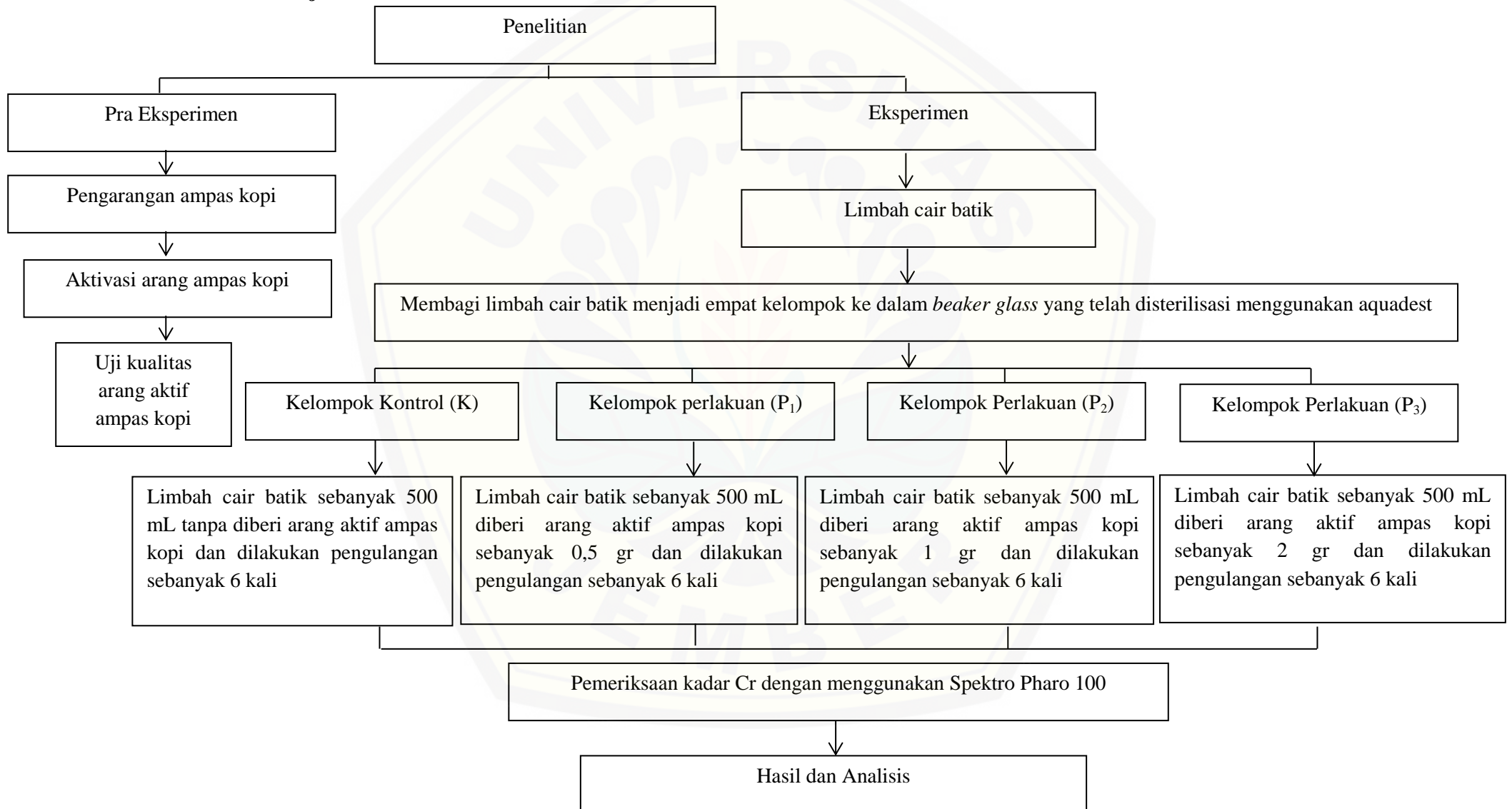
d. Prosedur Pengujian Kromium (Cr)

Setelah arang aktif ampas kopi dikontakkan dengan limbah cair batik, maka dilakukan pengukuran kadar Cr pada limbah cair batik dengan cara (SNI 6-6989.17-2009):

- 1) 10 ml sampel limbah diencerkan dengan aquadest 90 ml.
- 2) 1 takar reagen Cr-1 dimasukkan ke dalam tabung reaksi dan ditambahkan 6 tetes reagen Cr-2.
- 3) Tambahkan 5 ml sampel kemudian dikocok dan ditunggu selama 1 menit.
- 4) Masukkan ke dalam kuvet lalu dibaca dalam Spektro Pharo 100.



3.5.3 Prosedur Kerja Penelitian



Gambar 3. 2 Prosedur Kerja Penelitian

### **3.6 Data dan Sumber Data**

#### **3.6.1 Data Primer**

Data primer adalah data yang langsung diperoleh dari sumber data pertama di lokasi penelitian atau objek penelitian (Bungin, 2005:122). Data primer dalam penelitian ini adalah hasil uji laboratorium penurunan kadar kromium total (Cr) dalam limbah cair batik dengan arang aktif ampas kopi.

#### **3.6.2 Data Sekunder**

Data sekunder adalah data yang langsung diperoleh dari sumber data kedua atau sumber sekunder dari data yang kita butuhkan (Bungin, 2005:122). Data sekunder dalam penelitian ini diperoleh dari Dinas Perindustrian dan Perdagangan Kabupaten Jember tentang jumlah industri batik di Kabupaten Jember.

### **3.7 Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data**

Data diperoleh dengan cara observasi yaitu suatu prosedur yang berencana, yang antara lain meliputi melihat, mendengar, dan mencatat sejumlah dan taraf aktivitas tertentu atau situasi tertentu yang ada hubungannya dengan masalah yang diteliti (Notoatmojo, 2012:131). Dalam penelitian ini, observasi dilakukan dengan melakukan pengukuran kadar kromium total (Cr) pada limbah cair batik sesudah mendapat perlakuan penambahan arang aktif ampas kopi di laboratorium.

### **3.8 Teknik Penyajian dan Analisis Data**

Data yang diperoleh berdasarkan penelitian diatas pada tahap selanjutnya dilakukan analisis data. Teknik analisis data dalam penelitian ini menggunakan analisis deskriptif dan analitik. Analisis deskriptif menggambarkan hasil uji laboratorium yang disajikan dalam bentuk grafik. Uji statistik dilakukan untuk melihat perbedaan pemberian arang aktif ampas kopi terhadap penurunan kadar kromium total (Cr) pada limbah cair batik dengan yang tidak diberi arang aktif ampas kopi. Uji statistik yang digunakan yaitu uji normalitas menggunakan

Kolmogorov Smirnov, kemudian dilakukan uji anova satu arah (*one way anova*). Uji *one way anova* dilakukan dengan menggunakan SPSS dengan menggunakan interval kepercayaan 95% atau *level of significancy* 5% untuk melihat perbedaan masing-masing kadar kromium total (Cr) pada limbah cair batik (variabel terikat) terhadap konsentrasi arang aktif ampas kopi 0,5 gr/500 ml, 1 gr/500 ml, dan 2 gr/500 ml (variabel bebas).

Adapun langkah- langkah dalam prosedur uji One Way Anova adalah:

a. Tes Homogenitas Varians

Asumsi dasar dari analisis ANOVA adalah seluruh kelompok penelitian harus memiliki varian yang sama. Hipotesis yang digunakan dalam tes homogenitas varian adalah:

Jika  $F_{hitung} > F_{tabel}$  0,05, maka seluruh varian populasi adalah sama

Jika  $F_{hitung} < F_{tabel}$  0,05, maka seluruh varian populasi adalah berbeda

b. Uji F

Uji analitik yang digunakan untuk menguji hipotesis nol bahwa semua kelompok mempunyai mean populasi yang sama adalah uji F. Harga F diperoleh dari rata- rata jumlah kuadrat mean square antara kelompok yang dibagi dengan rata- rata jumlah kuadrat dalam kelompok.

Hipotesis yang digunakan dalam pengujian ANOVA adalah:

$H_0$  : diduga bahwa seluruh kelompok memiliki rata- rata populasi sama

$H_1$  : diduga bahwa seluruh kelompok memiliki rata- rata populasi berbeda

Dasar dari pengambilan keputusan adalah:

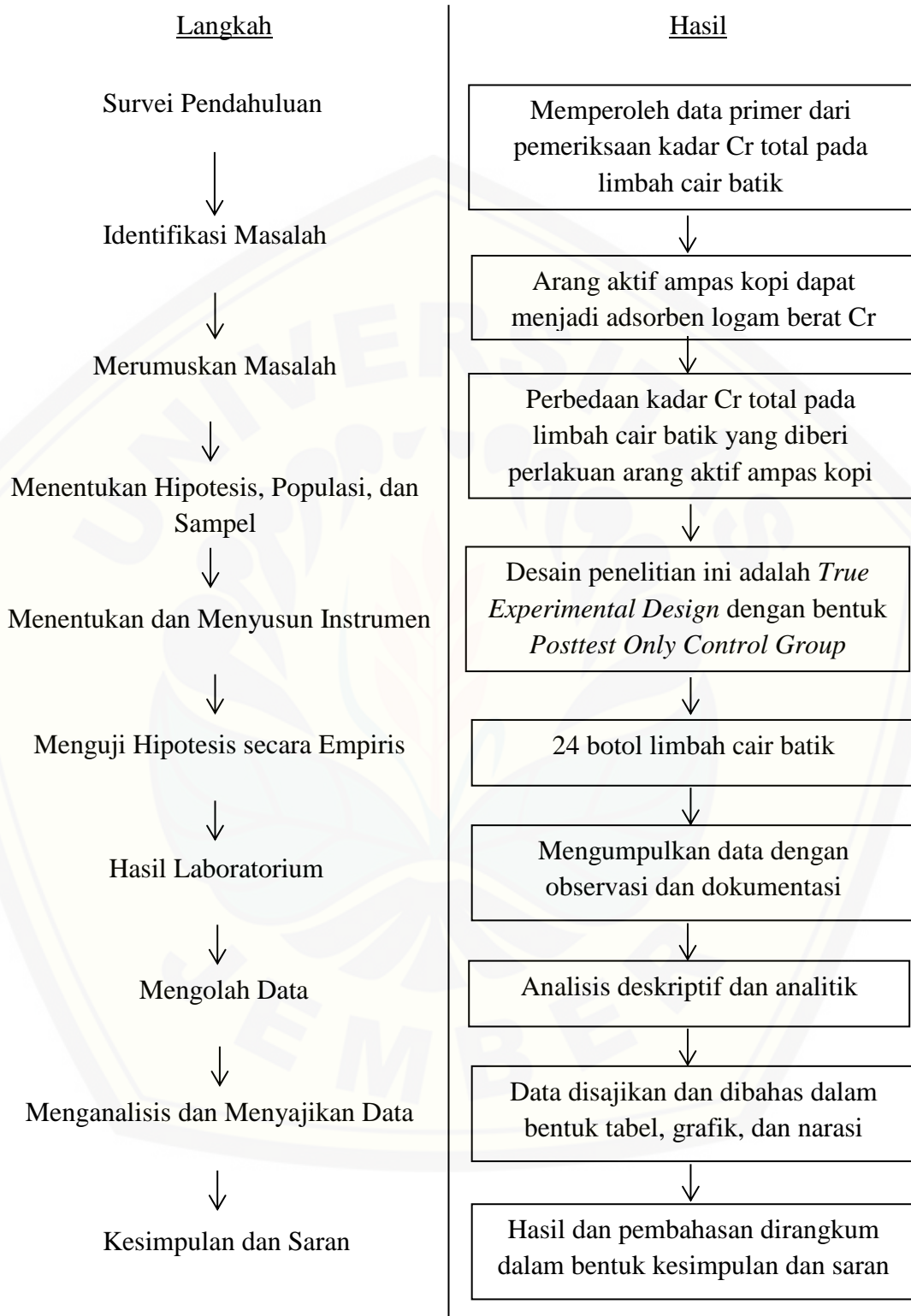
Jika  $F_{hitung} > F_{tabel}$  0,05, maka  $H_0$  diterima

Jika  $F_{hitung} < F_{tabel}$  0,05, maka  $H_0$  ditolak dan  $H_1$  diterima (Ghozali, 2009).

c. Tes Post Hoc

Pengujian ANOVA (F test) telah diketahui bahwa secara umum seluruh kelompok memiliki perbedaan (tidak sama). Untuk mengetahui lebih lanjut perbedaan yang terjadi antar kelompok, maka digunakan Post Hoc Test dengan menggunakan salah satu fungsi Tukey (Ghozali, 2009).

### 3.9 Kerangka Alur Penelitian



Gambar 3. 3 Alur Penelitian

## BAB 5. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan mengenai “Pemanfaatan Arang Aktif Ampas Kopi sebagai Adsorben Logam Kromium (Cr) pada Limbah Cair Batik” diatas dapat disimpulkan sebagai berikut:

- a. Rerata kadar kromium total (Cr) pada limbah cair batik yang tidak diberi arang aktif ampas kopi sebagai kelompok kontrol (K) adalah 10,33 mg/l. Hasil tersebut masih melebihi Baku Mutu Lingkungan.
- b. Rerata kadar kromium total (Cr) pada limbah cair batik yang diberi arang aktif ampas kopi sebanyak 0,5 gr/500 ml sebagai kelompok perlakuan pertama (P<sub>1</sub>) adalah 10,2 mg/l. Hasil tersebut masih melebihi Baku Mutu Lingkungan dan persentase penurunannya sebesar 1,29%.
- c. Rerata kadar kromium total (Cr) pada limbah cair batik yang diberi arang aktif ampas kopi sebanyak 1 gr/500 ml sebagai kelompok perlakuan kedua (P<sub>2</sub>) adalah 10,13 mg/l. Hasil tersebut masih melebihi Baku Mutu Lingkungan dan persentase penurunannya sebesar 1,94%.
- d. Rerata kadar kromium total (Cr) pada limbah cair batik yang diberi arang aktif ampas kopi sebanyak 2 gr/500 ml sebagai kelompok perlakuan ketiga (P<sub>3</sub>) adalah 9,92 mg/l. Hasil tersebut masih melebihi Baku Mutu Lingkungan dan persentase penurunannya sebesar 4,03%.
- e. Terdapat perbedaan kadar kromium total (Cr) yang signifikan antara kelompok kontrol (K) dengan kelompok perlakuan ketiga (P<sub>3</sub>) dengan nilai signifikansi sebesar 0,026.

### 5.2 Saran

Berdasarkan hasil analisis dan kesimpulan tersebut disarankan sebagai berikut:

- a. Perlu penelitian lebih lanjut dengan bentuk *Pre-Post Control Group Design*.

- b. Perlu penelitian lebih lanjut terkait pemanfaatan arang aktif ampas kopi sebagai adsorben logam berat pada limbah cair yang lain selain limbah cair batik.
- c. Perlu penelitian lebih lanjut dengan menambah kadar arang aktif ampas kopi lebih dari 2 gr/500 ml hingga diperoleh hasil kadar kromium total (Cr) yang tidak melebihi Baku Mutu Lingkungan (BML) yaitu 1,0 mg/l.
- d. Perlu adanya perijinan terkait syarat pendirian industri batik skala kecil
- e. Bagi Kantor Lingkungan Hidup perlu dilakukan pemantauan limbah cair industri batik secara berkala setiap 3 bulan sekali untuk mengetahui kualitas limbah cair batik sehingga mampu mengontrol pencemaran yang diakibatkan oleh limbah cair batik
- f. Bagi pemilik industri batik harus membuat IPAL (Instalasi Pengolahan Air Limbah) dan dapat menggunakan arang aktif ampas kopi untuk dijadikan alternatif media pengolahan limbah cair batik yang dihasilkan terutama untuk menurunkan kandungan kromium (Cr).



DAFTAR PUSTAKA

- Aeki. 2012. Asosiasi Eksportir dan Industri Kopi Indonesia. <http://www.aeki-aiice.org/konsumsi-kopi-domestik/id> (Juni 26, 2016)
- Agustina, T. E., Nurisman, E., Prasetyowati, Haryani, N. 2011. *Pengolahan Air Limbah Pewarna Sintesis dengan Menggunakan Reagen Fenton*. Prosiding Seminar Nasional AvoER ke-3, Palembang. [http://eprints.unsri.ac.id/132/1/Pages\\_from\\_PROSIDING\\_AVOER\\_2011-27.pdf](http://eprints.unsri.ac.id/132/1/Pages_from_PROSIDING_AVOER_2011-27.pdf). (Januari 19, 2016)
- Alfiany, H. Bahri, S. dan Nurakhirawati. 2013. Kajian Penggunaan Arang Aktif Tongkol Jagung sebagai Adsorben Logam Pb dengan Beberapa Aktivator Asam. *Jurnal. Natural Science* 2 (3) : 75-86
- Alverina, N., Juswono, U., Nuriyah. Tanpa tahun. Efektivitas Penyerapan Logam Berat Cu dan Cr oleh Karbon Aktif Bonggol Jagung dan Karbon Aktif Sekam Padi pada Air Lindi TPA (Tempat Pembuangan Akhir) Sampah. *Jurnal*. Malang: Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Brawijaya.
- Amrullah, H, M. 2011. Analisis Produksi dan Daya Saing Usaha Tani Kopi di Kecamatan Silo Kabupaten Jember. *Skripsi*. Jurusan Sosial Ekonomi Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Jember.
- Anas, B. 1997. *Indonesia Indah "Batik"*. Jakarta: Yayasan Harapan Kita/BP 3 TMII
- Anonim. 2015. *Cara Membuat Kain Batik Tulis*. <http://pustakamateri.web.id/cara-membuat-kain-batik-tulis/>. (Mei 09, 2016)
- Anonim. 2013. *Proses Penyerapan Karbon Aktif*. <http://www.karbonaktif.org/2013/05/proses-penyserapan-karbon-aktif.html>. (Mei 26, 2016)
- Arivoli, S., Hema, M., Parshtasarathy, S., Manju, N. 2009. Adsorption Dynamics of Methylene Blue by Acid Activated Carbon. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*. Vol 2, No. 5, 626-641
- Asip, F., Mardhiah, R., Husna. 2008. Uji Efektifitas Cangkang Telur dalam Mengadsorbsi Ion Fe dengan Proses Batch. *Jurnal Teknik Kimia*. Vol. 15., No. 2

- Atmoko, R.D. 2012. *Pemanfaatan Karbon Aktif Batu Bara Termodifikasi TiO<sub>2</sub> pada Proses Reduksi Gas Karbon Monoksida (CO) dan Penjernihan Asap Kebakaran*. Skripsi. Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.
- Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. 2011. *Arang Aktif Meningkatkan Kualitas Lingkungan*. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian
- Badan Standarisasi Nasional. 1995. SNI Nomor 06-3730-1995. *Syarat Mutu Arang Aktif Teknis*. Badan Standarisasi Nasional.
- Badan Standarisasi Nasional. 2009. SNI Nomor 6989.17.2009. *Air dan air limbah – Bagian 17: Cara Uji Krom total (Cr-T) secara Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)-nyala*. Badan Standarisasi Nasional.
- Bowser, J.R. 1993. *Inorganic Chemistry*. Brooks/Cole Publishing Company. California.
- Bungin, B. 2005. *Metodologi Penelitian Kuantitatif Komunikasi, Ekonomi, dan Kebijakan Publik serta Ilmu-Ilmu Sosial Lainnya*. Jakarta: Prenada Media.
- Caetano, N. 2012. “Valorization of Coffee Grounds for Biodiesel Production”. *Chemical Engineering Transactions*, Vol. 26. <http://www.aidic.it/cet/12/26/045.pdf>. (Januari 15, 2016)
- Chandra, B. 2006. *Pengantar Kesehatan Lingkungan*. Jakarta: Kedokteran EGC
- Cheremisinoff dan A. C. Moressi. 1978. *Carbon Adsorption Handbook*. An Arbor Science Publisher Inc. Michigan.
- Chwastowska, J., Skawara, W., Sterlinska, E., Pszonicki, L. 2005. Speciation of Chromium in Mineral Water and Salinas by Solid-phase Extraction and Graphite Furnace Atomic Absorption Spectrometry. *Journal*. 66:1345-1349
- Detik. 2015. *Diakui Dunia, Ekspor Batik RI Meningkat Setiap Tahun*. <http://us.finance.detik.com/read/2015/10/02/132932/3034083/4/diakui-dunia-ekspor-batik-ri-meningkat-setiap-tahun>. (Februari 17, 2016)
- Dinas Perindustrian dan Perdagangan Kabupaten Jember. 2016. *Jumlah Industri Batik di Kabupaten Jember*. Jember: Dinas Perindustrian dan Perdagangan Kabupaten Jember.
- Ghozali, I. 2009. *Aplikasi Analisis Multivariate dengan Program SPSS*. Semarang: BP Universitas Diponegoro.

- Gratha, B. 2012. *Panduan Mudah Belajar Membuatik*. Jakarta: Demedia Pustaka
- Hanafiah, K.A. 2005. *Rancangan Percobaan Aplikatif*. Jakarta: PT Raja Grafindo.
- Herlandien, Y. L., 2013, Pemanfaatan Arang Aktif sebagai Adsorban Logam Berat dalam Air Lindi di TPA Pakusari Jember. *Skripsi*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Jember.
- Hernayanti, Proklamasiningsih, E. 2004. *Fitoremediasi Limbah Cair Batik Menggunakan Kayu Apu (Pistia stratiotes L.) sebagai Upaya untuk Memperbaiki Kualitas Air*. Fakultas Biologi Unsoed Purwokerto.
- Hidgon, J. 2003. *Chromium*. Micronutrient Information Center. Linus Pauling Institute-Oregon State University. Beltsville Human Nutrition Research Center. Beltsville, Maryland.
- Irmanto dan Suyata. 2009. Penurunan Kadar Amonia, Nitrit, an Nitrat Limbah Cair Industri Tahu Menggunakan Arang Aktif dari Ampas Kopi. *Jurnal Molekul*, Vol 4. No. 2, 105-114. <http://jmolekul.com/downloads/4.2.105.pdf> (Maret 23, 2016)
- Irmanto dan Suyata. 2010. Optimasi Penurunan Nilai BOD, COD dan TSS Limbah Cair Industri Tapioka Menggunakan Arang Aktif Dari Ampas Kopi. *Jurnal Molekul*, Vol. 5, No. 1, 22-32. <http://jmolekul.com/downloads/5.1.22.pdf>. (Februari 14, 2016)
- Kundari, N.A., dan Slamet, Wiyuniati. 2008. *Tinjauan Keseimbangan Adsorpsi Tembaga dalam Limbah Pencuci PCB dengan Zeolit*. Yogyakarta: Seminar Nasional IV SDM Teknologi Nuklir.
- Kyzas, G.Z., 2012. Commercial Coffe Waste as Materials for Adsorption of Heavy Metals from Aqueous Solutions. *Journal. Materials*, 5: 1826-1840. <http://www.mdpi.com/1996-1944/5/10/1826/pdf>. (Februari 20, 2016)
- Lestari, E.W., Haryanto, I., Mawardi, S. 2009. *Konsumsi Kopi Masyarakat Perkotaan dan Faktor-Faktor yang Berpengaruh: Kasus di Kabupaten Jember*. *Pelita Perkebunan* vol 25(3):216-235. <http://icri.net/download/Pelita%20Perkebunan/Vol%2025%20No%203%20Desember%202009/Konsumsi%20Kopi%20Masyarakat%20Perkotaan%20i.pdf>. (April 25, 2016)
- Lubis, S. dan R. Nasution. 2002. Pemanfaatan Limbah Bubuk Kopi sebagai Adsorben pada Penurunan Kadar Besi (Fe anorganik) dalam Air Minum. *Jurnal Natural*, Volume 2, No. 2, September 2002:12-16. [http://uilis.unsyiah.ac.id/serial/index.php?p=show\\_detail&id=8051](http://uilis.unsyiah.ac.id/serial/index.php?p=show_detail&id=8051). (Januari 23, 2016)

- Manocha, S. M. 2003. *Porous Carbon*. India. Sadhana Vol. 28:335-348
- Masduqi, A., Slamet, A. 2000. *Satuan Proses*. Surabaya: DUE-Like Project ITS.
- Mu'jizah, S. 2010. Pembuatan dan Karakterisasi Karbon Aktif dari Biji Kelor (*Moringa oleifera. Lamk*) dengan NaCl sebagai Bahan Pengaktif. *Skripsi*. Malang: Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang, Fakultas Sains dan Teknologi.
- Muljadi. 2009. Efisiensi Instalasi Pengolahan Limbah Cair Industri Batik Cetak dengan Metode Fisika Kimia dan Biologi Terhadap Penurunan Parameter Pencemar (BOD, COD dan Logam Berat Krom). *Ekulibrium*, vol 8 (1):7-16. <https://core.ac.uk/download/pdf/12345611.pdf>. (Januari 16, 2016)
- Muna, A. 2011. Kinetika Adsorpsi Karbon Aktif dari Batang Pisang sebagai Adsorben untuk Penyerapan Ion Logam Cr (VI) pada Air Limbah Industri. *Tugas Akhir II*. Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Negeri Semarang.
- Murtihadi. 1979. *Pengetahuan Teknologi Batik*. Jakarta: Direktorat Pendidikan Menengah Kejuruan, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan
- Notoatmodjo, S. 2005. *Metodelogi Penelitian Kesehatan*. Jakarta: PT Rineka Cipta.
- Nurhasni. 2002. Penggunaan Genjer (*Limnocharis Flava*) Untuk Menyerap Ion Kadmium, Kromium, dan Tembaga Dalam air Limbah. *Tesis*. Padang: Universitas Andalas.
- Nurdalia, I. 2006. "Kajian Dan Analisis Peluang Penerapan Produksi Bersih Pada Usaha Kecil Batik Cap (Studi kasus pada tiga usaha industri kecil batik cap di Pekalongan)". [http://eprints.undip.ac.id/15638/1/Ida\\_Nurdalia.pdf](http://eprints.undip.ac.id/15638/1/Ida_Nurdalia.pdf) (Februari 21, 2016)
- Oxtoby, D. W. 2001. *Kimia Modern*. Jakarta: Erlangga.
- Palar, H. 2004. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Jakarta: PT. Rineka Cipta.
- Pari, G. 2004. Kajian Struktur Arang Aktif dari Serbuk Gergaji Kayu sebagai Adsorben Emisi Formaldehida Kayu Lapis. *Disertasi*. Program Studi Ilmu Pengetahuan Kehutanan. Pasca Sarjana, IPB Bogor.

- Peraturan Gubernur Jawa Timur. 2013. *Peraturan Gubernur nomor 72 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Industri dan/atau Kegiatan Usaha Lainnya*. Surabaya: Gubernur Jawa Timur.
- Permana, A.F., Patanduk, J., Zubair, A. 2013. *Analisis Pengaruh Ukuran Butiran Zeolit Terhadap Penurunan Warna Dan Krom (Cr) Pada Air Buangan Industri Tekstil*. Program Studi Teknik Lingkungan Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Makassar. <http://repository.unhas.ac.id:4001/digilib/files/disk1/72/--andifarizp-3597-1-13-andi-4.pdf>. (Maret 21, 2016)
- Prawira, M. H. 2008. *Penurunan Kadar Minyak pada Limbah Cair dalam Reaktor Pemisah Minyak dengan Media Adsorben Karbon Aktif dan Zeolit*. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.
- Pujiarti. R dan J. P. Gentur Sutapa. 2005. Mutu Arang Aktif dari Limbah Kayu Mahoni (*Switenia macrophylla* King). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kayu tropis Vol 3. No. 2*. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Purwaningsih, I. 2008. *Pengolahan Limbah Cair Industri Batik CV. Batik Indah Raradjonggrang Yogyakarta dengan Metode Elektrokoagulasi ditinjau dari Parameter Chemical Oxygen Demand (COD) dan Warna*. Tugas Akhir. Jogjakarta: Universitas Islam Indonesia.
- Refilda., Rahmiana Zein., Rahmayeni. 2001. *Pemanfaatan Ampas Tebu Sebagai Bahan Alternatif Pengganti Penyerap Sintetik Logam-logam Berat Pada Air Limbah*. Skripsi. Padang: Universitas Andalas.
- Riapanitra, Anung., T. Setyaningtyas dan K. Riyani. 2006. *Penentuan Waktu Kontak dan pH Optimum Penyerapan Metilen Biru Menggunakan Abu Sekam Padi*. *Jurnal Kimia*. 1(1): 41-44.
- Rizki, A. P., Sanjaya, A. S. 2015. *Kinetics Study of Fe Content Decrease in Well Water with Activated Carbon Adsorption of Coffee Waste*. Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman.
- Saragih. 2008. *Pembuatan dan Karakteristik Karbon Aktif dari Batubara Riau sebagai Adsorben*. Tesis Program Studi Teknik Mesin, Program Pasca Sarjana Bidang Ilmu Teknik, Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Jakarta: Universitas Indonesia. <http://www.lontar.ui.ac.id/file?file=pdf/abstrak-128091.pdf>. (Januari 12, 2016)
- Sari, D M. 2007. *Pemanfaatan Ampas Tebu sebagai Bahan Arang Aktif untuk Menurunkan Kadar BOD, COD, TSS Limbah Cair Industri Tekstil*.

*Skripsi*. Fakultas Sains dan Teknik Universitas Jenderal Soedirman Purwokerto

Sembiring dan Sinaga. 2003. *Arang Aktif (Pengenalan dan Proses Pembuatannya)*. Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara. <http://library.usu.ac.id/download/ft/industri-meilita.pdf>. (Februari 22, 2016)

Sembiring, Zipora., Buhani., Suharso., dan Sumadi. 2009. Isoterm Adsorpsi Ion Pb(II), Cu(II), dan Cd(II) pada Biomassa *Nannochloropsis*, sp yang Dienkapsulasi Akuagel Silika. *Jurnal Kimia*. 9(1): 1-5.

Shofa. 2012. Pembuatan Karbon Aktif Berbahan Baku Ampas Tebu dengan Aktivasi Kalium Hidroksida. *Skripsi*. Fakultas Teknik Universitas Indonesia.

Sudibandriyo. 2003. A Generalized Ono-Kondo Lattice Model for High Pressure on Carbon Adsorbent. *Disertation*. Oklahoma State University

Sugiyono. 2009. *Metodologi Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R & D*. Bandung: Alfabeta.

Sugiyono. 2012. *Metodologi Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R & D*. Bandung: Alfabeta.

Suharty, N.S. 1999. *Dasar-Dasar Pengelolaan Limbah Industri*. Cetakan Pertama. Jakarta: UI-Press.

Suharto. 2011. *Limbah Kimia dalam Pencemaran Udara dan Air*. Yogyakarta: CV. Andi Offset

Sukardjo. 1997. *Kimia Anorganik*. Yogyakarta: Bina Aksara

Suparman, E. 1985. *Petunjuk Praktikum Analisa Air*. Jakarta: Ghalia.

Suprihatin, H. 2014. *Kandungan Organik Limbah Cair Industri Batik Jetis Sidoardjo dan Alternatif Pengolahannya*. Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Pembangunan Surabaya. <http://ejournal.unri.ac.id/index.php/JKL/article/download/2430/2390>. (Maret 21, 2016)

Treyball, R. 1980. *“Mass Transfer Operation Third Edition”*. NewYork. McGraw-Hill Book Company.

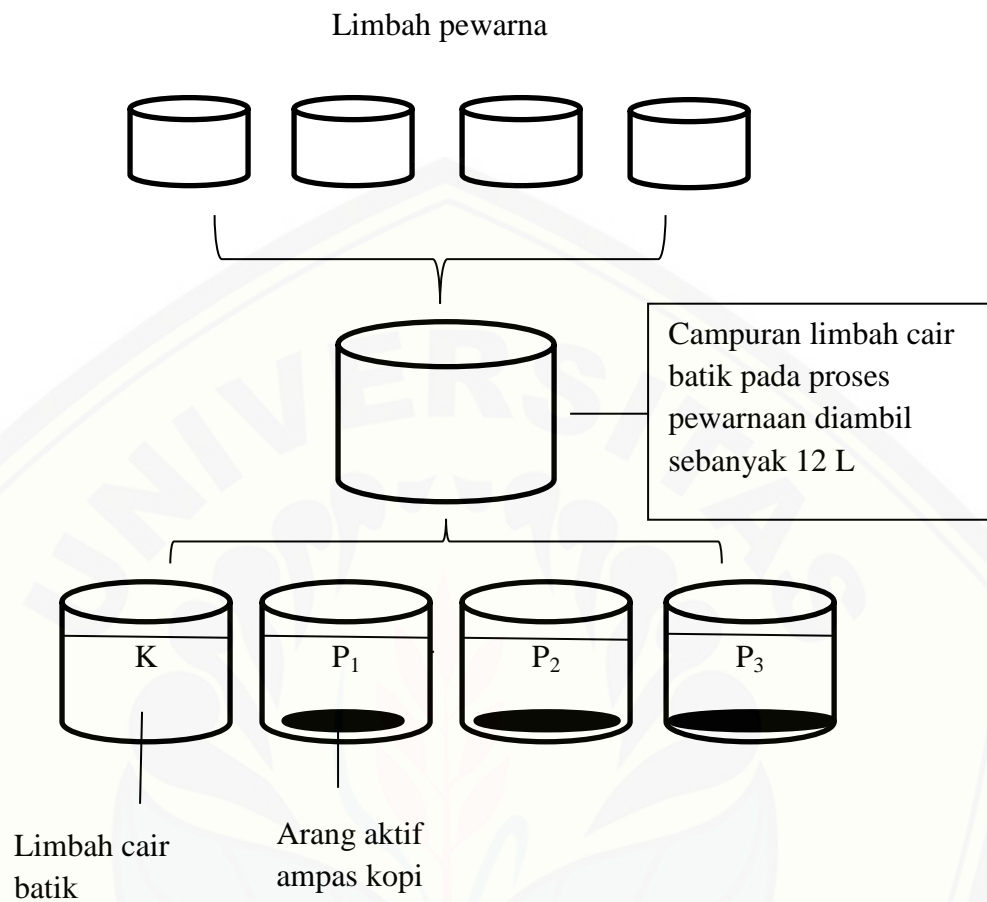
Wardhana, I.W., Hamdayani, D.S. dan Rahmawati, D.I. 2009. *Penurunan Kandungan Phosfat pada Limbah Cair Industri Pencucian Pakaian*

*(Laundry) Menggunakan Karbon Aktif dari Sampah Plastik dengan Metode Batch dan Kontinyu. Teknik. 30:119-130.*

Widowati, *et al.* 2008. *Efek Toksik Logam Pencegahan dan Penanggulangan Pencemaran.* Yogyakarta: C.V Andi Offset.

Zulkifli, A. 2014. *Dasar-Dasar Ilmu Lingkungan.* Jakarta: Salemba Teknika.



**Lampiran A. Gambar Model Perlakuan**

Keterangan:

- K : 500 ml limbah cair batik tanpa arang aktif ampas kopi
- P<sub>1</sub> : 500 ml limbah cair batik dengan penambahan arang aktif ampas kopi sebanyak 0,5 gr
- P<sub>2</sub> : 500 ml limbah cair batik dengan penambahan arang aktif ampas kopi sebanyak 1 gr
- P<sub>3</sub> : 500 ml limbah cair batik dengan penambahan arang aktif ampas kopi sebanyak 2 gr



**Lampiran B. Hasil Kualitas Arang Aktif Ampas Kopi**

## 1) Rendemen

$$\begin{aligned} \text{Rendemen (\%)} &= \frac{\text{berat arang yang dihasilkan (g)}}{\text{berat sampel yang diarangkan (g)}} \times 100\% \\ &= \frac{300 \text{ (g)}}{500 \text{ (g)}} \times 100\% \\ &= 60\% \end{aligned}$$

## 2) Kadar air

$$\begin{aligned} \text{Kadar air} &= \frac{(a-b)}{a} \times 100\% \\ &= \frac{(2 - 1,86)}{2} \times 100\% \\ &= 7\% \end{aligned}$$

Keterangan:

a = berat karbon awal (g)

b = berat karbon kering (g)

## 3) Kadar abu

$$\begin{aligned} \text{Kadar abu} &= \frac{a}{b} \times 100\% \\ &= \frac{0,04}{1} \times 100\% \\ &= 4\% \end{aligned}$$

Keterangan:

a = berat abu (g)

b = berat karbon kering awal (g)

## 4) Daya serap terhadap iodium

$$\begin{aligned} \text{Daya serap iod} \left( \frac{\text{mg}}{\text{g}} \right) &= \frac{10 - \frac{(N \times V)}{0,1}}{s} \times 12,69 \times 5 \\ &= \frac{10 - \frac{(0,1 \times 4,08)}{0,1}}{0,5} \times 12,69 \times 5 \\ &= 751,248 \text{ mg/g} \end{aligned}$$

**Keterangan:**

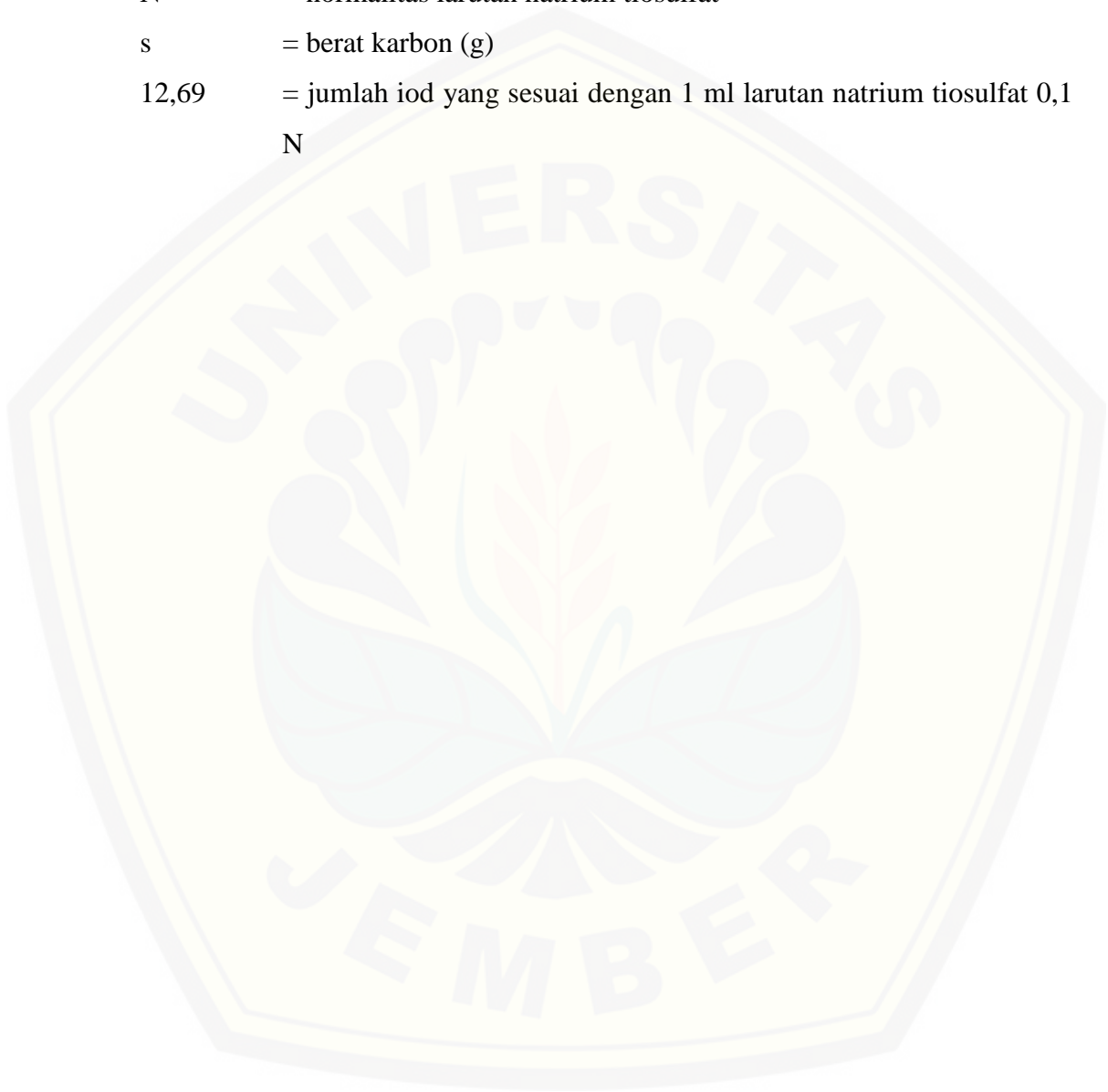
V = larutan natrium tiosulfat yang diperlukan

N = normalitas larutan natrium tiosulfat

s = berat karbon (g)

12,69 = jumlah iod yang sesuai dengan 1 ml larutan natrium tiosulfat 0,1

N



## Lampiran C. Hasil Analisa Kadar Kromium (Cr)

REKAPITULASI HASIL ANALISA SAMPEL LIMBAH BATIK INDUSTRI BATIK  
PEMERIKSAAN KIMIA TERBATAS TOTAL KROMIUM (Cr)

NO	KODE SAMPEL	TANGGAL PENGAMBILAN	JAM PENGAMBILAN (WIB)	TANGGAL PENGIRIMAN	JAM PENGIRIMAN (WIB)	ALAMAT	PETUGAS PENGAMBIL SAMPEL	HASIL mg/l
1	AL (K1)	19 Agustus 2016	08.00 WIB	19 Agustus 2016	11.00 WIB	Desa Sumberpakem Kec. Sumberjambe, Kab. Jember	Sdri. Puput Baryatik (FKM UNEJ)	10,2
2	AL (K2)	19 Agustus 2016	08.00 WIB	19 Agustus 2016	11.00 WIB	Desa Sumberpakem Kec. Sumberjambe, Kab. Jember	Sdri. Puput Baryatik (FKM UNEJ)	10
3	AL (K3)	19 Agustus 2016	08.00 WIB	19 Agustus 2016	11.00 WIB	Desa Sumberpakem Kec. Sumberjambe, Kab. Jember	Sdri. Puput Baryatik (FKM UNEJ)	10,4
4	AL (K4)	19 Agustus 2016	08.00 WIB	19 Agustus 2016	11.00 WIB	Desa Sumberpakem Kec. Sumberjambe, Kab. Jember	Sdri. Puput Baryatik (FKM UNEJ)	10,5
5	AL (K5)	19 Agustus 2016	08.00 WIB	19 Agustus 2016	11.00 WIB	Desa Sumberpakem Kec. Sumberjambe, Kab. Jember	Sdri. Puput Baryatik (FKM UNEJ)	10,5
6	AL (K6)	19 Agustus 2016	08.00 WIB	19 Agustus 2016	11.00 WIB	Desa Sumberpakem Kec. Sumberjambe, Kab. Jember	Sdri. Puput Baryatik (FKM UNEJ)	10,4
7	AL (P <sub>1</sub> )	19 Agustus 2016	08.00 WIB	19 Agustus 2016	11.45 WIB	Desa Sumberpakem Kec. Sumberjambe, Kab. Jember	Sdri. Puput Baryatik (FKM UNEJ)	10
8	AL (P <sub>2</sub> )	19 Agustus 2016	08.00 WIB	19 Agustus 2016	11.45 WIB	Desa Sumberpakem Kec. Sumberjambe, Kab. Jember	Sdri. Puput Baryatik (FKM UNEJ)	9,8
9	AL (P <sub>3</sub> )	19 Agustus 2016	08.00 WIB	19 Agustus 2016	11.45 WIB	Desa Sumberpakem Kec. Sumberjambe, Kab. Jember	Sdri. Puput Baryatik (FKM UNEJ)	10,4
10	AL (P <sub>4</sub> )	19 Agustus 2016	08.00 WIB	19 Agustus 2016	11.45 WIB	Desa Sumberpakem Kec. Sumberjambe, Kab. Jember	Sdri. Puput Baryatik (FKM UNEJ)	10,4
11	AL (P <sub>5</sub> )	19 Agustus 2016	08.00 WIB	19 Agustus 2016	11.45 WIB	Desa Sumberpakem Kec. Sumberjambe, Kab. Jember	Sdri. Puput Baryatik (FKM UNEJ)	10,4
12	AL (P <sub>6</sub> )	19 Agustus 2016	08.00 WIB	19 Agustus 2016	11.45 WIB	Desa Sumberpakem Kec. Sumberjambe, Kab. Jember	Sdri. Puput Baryatik (FKM UNEJ)	10,2
13	AL (P <sub>2</sub> 1)	19 Agustus 2016	08.00 WIB	19 Agustus 2016	12.30 WIB	Desa Sumberpakem Kec. Sumberjambe, Kab. Jember	Sdri. Puput Baryatik (FKM UNEJ)	10
14	AL (P <sub>2</sub> 2)	19 Agustus 2016	08.00 WIB	19 Agustus 2016	12.30 WIB	Desa Sumberpakem Kec. Sumberjambe, Kab. Jember	Sdri. Puput Baryatik (FKM UNEJ)	9,7
15	AL (P <sub>2</sub> 3)	19 Agustus 2016	08.00 WIB	19 Agustus 2016	12.30 WIB	Desa Sumberpakem Kec. Sumberjambe, Kab. Jember	Sdri. Puput Baryatik (FKM UNEJ)	10,3
16	AL (P <sub>2</sub> 4)	19 Agustus 2016	08.00 WIB	19 Agustus 2016	12.30 WIB	Desa Sumberpakem Kec. Sumberjambe, Kab. Jember	Sdri. Puput Baryatik (FKM UNEJ)	10,2
17	AL (P <sub>2</sub> 5)	19 Agustus 2016	08.00 WIB	19 Agustus 2016	12.30 WIB	Desa Sumberpakem Kec. Sumberjambe, Kab. Jember	Sdri. Puput Baryatik (FKM UNEJ)	10,3
18	AL (P <sub>2</sub> 6)	19 Agustus 2016	08.00 WIB	19 Agustus 2016	12.30 WIB	Desa Sumberpakem Kec. Sumberjambe, Kab. Jember	Sdri. Puput Baryatik (FKM UNEJ)	10,3
19	AL (P <sub>3</sub> 1)	19 Agustus 2016	08.00 WIB	19 Agustus 2016	13.15 WIB	Desa Sumberpakem Kec. Sumberjambe, Kab. Jember	Sdri. Puput Baryatik (FKM UNEJ)	9,8

NO	KODE SAMPEL	TANGGAL PENGAMBILAN	JAM PENGAMBILAN (WIB)	TANGGAL PENGIRIMAN	JAM PENGIRIMAN (WIB)	ALAMAT	PETUGAS PENGAMBIL SAMPEL	HASIL mg/l
20	AL (P <sub>3</sub> 2)	19 Agustus 2016	08.00 WIB	19 Agustus 2016	13.15 WIB	Desa Sumberpakem Kec. Sumberjambe, Kab. Jember	Sdri. Puput Baryatik (FKM UNEJ)	9,5
21	AL (P <sub>3</sub> 3)	19 Agustus 2016	08.00 WIB	19 Agustus 2016	13.15 WIB	Desa Sumberpakem Kec. Sumberjambe, Kab. Jember	Sdri. Puput Baryatik (FKM UNEJ)	10,1
22	AL (P <sub>3</sub> 4)	19 Agustus 2016	08.00 WIB	19 Agustus 2016	13.15 WIB	Desa Sumberpakem Kec. Sumberjambe, Kab. Jember	Sdri. Puput Baryatik (FKM UNEJ)	10,1
23	AL (P <sub>3</sub> 5)	19 Agustus 2016	08.00 WIB	19 Agustus 2016	13.15 WIB	Desa Sumberpakem Kec. Sumberjambe, Kab. Jember	Sdri. Puput Baryatik (FKM UNEJ)	10
24	AL (P <sub>3</sub> 6)	19 Agustus 2016	08.00 WIB	19 Agustus 2016	13.15 WIB	Desa Sumberpakem Kec. Sumberjambe, Kab. Jember	Sdri. Puput Baryatik (FKM UNEJ)	10

Jember, 20 Agustus 2016

KEPALA UNIT PELAKSANA TEKNIS  
LABORATORIUM KESEHATAN DAERAH


 ERWAN WIDIYATMOKO, ST  
 Penata  
 NIP. 19780205 200012 1 003

**Lampiran D. Hasil Analisa Data menggunakan SPSS**

## 1. Uji Normalitas

**One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test**

		Perlakuan	Kadar Cr
N		24	24
Normal Parameters <sup>a,b</sup>	Mean	1.5000	10.1458
	Std. Deviation	1.14208	.26536
Most Extreme Differences	Absolute	.169	.136
	Positive	.169	.091
	Negative	-.169	-.136
Kolmogorov-Smirnov Z		.829	.666
Asymp. Sig. (2-tailed)		.498	.766

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

## 2. Uji Homogenitas Varian

**Test of Homogeneity of Variances**

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.151	3	20	.928

## 3. Uji One Way Anova

**ANOVA**

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.545	3	.182	3.377	.039
Within Groups	1.075	20	.054		
Total	1.620	23			

## 4. Tes Post Hoc

**Multiple Comparisons**

Dependent Variable: Kadar Cr

	(I) perlakuan	(J) perlakuan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.
Tukey HSD	Kontrol	P1	.13333	.13385	.753
		P2	.20000	.13385	.459
		P3	.41667*	.13385	.026
	P1	kontrol	-.13333	.13385	.753
		P2	.06667	.13385	.959
		P3	.28333	.13385	.182
	P2	kontrol	-.20000	.13385	.459
		P1	-.06667	.13385	.959
		P3	.21667	.13385	.391
	P3	kontrol	-.41667*	.13385	.026
		P1	-.28333	.13385	.182
		P2	-.21667	.13385	.391

\*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

**Lampiran E. Langkah Penelitian**



Gambar 1. Pembelian bubuk kopi



Gambar 2. Pengukuran suhu air



Gambar 3. Penyeduhan bubuk kopi



Gambar 4. Penjemuran ampas kopi dibawah terik matahari ± 1 hari



Gambar 5. Pengovenan ampas kopi



Gambar 6. Pengarangan ampas kopi



Gambar 7. Penghalusan arang ampas kopi



Gambar 8. Pengayakan arang ampas kopi 100 mesh



Gambar 9. Aktivasi arang ampas kopi dengan HCl



Gambar 10. Pengovenan arang aktif ampas kopi



Gambar 11. Uji kadar air arang aktif ampas kopi



Gambar 12. Uji kadar abu arang aktif ampas kopi





Gambar 13. Uji daya serap iodin



Gambar 14. Limbah cair batik



Gambar 15. Pengontakan arang aktif ampas kopi ke dalam limbah cair batik menggunakan *magnetic stirrer*



Gambar 16. Penyaringan arang aktif ampas kopi menggunakan *corong buchner*



Gambar 17. Limbah cair batik setelah perlakuan



Gambar 18. Analisa kadar kromium (Cr)